

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6950194号
(P6950194)

(45) 発行日 令和3年10月13日(2021.10.13)

(24) 登録日 令和3年9月28日(2021.9.28)

(51) Int.Cl.

F 1

B 41 J 2/14 (2006.01)
B 41 J 2/18 (2006.01)B 41 J 2/14 501
B 41 J 2/14 607
B 41 J 2/14 603
B 41 J 2/18

請求項の数 22 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2017-26372 (P2017-26372)
 (22) 出願日 平成29年2月15日 (2017.2.15)
 (65) 公開番号 特開2018-103601 (P2018-103601A)
 (43) 公開日 平成30年7月5日 (2018.7.5)
 審査請求日 令和1年11月8日 (2019.11.8)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-249118 (P2016-249118)
 (32) 優先日 平成28年12月22日 (2016.12.22)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(73) 特許権者 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100125689
弁理士 大林 章
 (74) 代理人 100128598
弁理士 高田 聖一
 (74) 代理人 100121108
弁理士 高橋 太朗
 (72) 発明者 塚原 克智
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 福澤 祐馬
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液体噴射ヘッドおよび液体噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズルが設けられたノズルプレートと、
 液体が供給される圧力室と、前記ノズルと前記圧力室とを連通させる連通路と、前記連通路に連通する循環液室とが設けられた流路形成部と、
 前記ノズルプレートに設けられ、前記連通路と前記循環液室とを連通させる循環路と、
 前記圧力室に圧力変化を発生させる圧力発生部とを具備し、
 前記循環液室における第1地点での高さは、前記第1地点からみて前記連通路側の第2地点での高さよりも大きく、

前記循環液室の高さは、当該高さが最大となる位置から幅方向の端部にかけて単調減少し、

前記循環液室の高さが単調減少する部分は、前記循環路と前記循環液室が連通する部分の真上に位置する
液体噴射ヘッド。

【請求項 2】

ノズルが設けられたノズルプレートと、
 液体が供給される圧力室と、前記ノズルと前記圧力室とを連通させる連通路と、前記連通路に連通する循環液室とが設けられた流路形成部と、
 前記圧力室に圧力変化を発生させる圧力発生部とを具備し、

10

20

前記循環液室における第1地点での高さは、前記第1地点からみて前記連通路側の第2地点での高さよりも大きく、

前記循環液室の上面には、平面視で曲線状に延在する複数の溝部が形成される
液体噴射ヘッド。

【請求項3】

前記循環液室は、第1方向に長尺であり、

前記複数の溝部は、平面視で前記第1方向の第1側に凸である
請求項2の液体噴射ヘッド。

10

【請求項4】

前記ノズルプレートには、第1ノズルと第2ノズルとが前記ノズルとして設けられ、

前記流路形成部には、前記第1ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第2ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第1ノズルに対応する前記連通路と前記第2ノズルに対応する前記連通路との間に位置し第1方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、

前記循環液室の上面のうち前記第1ノズル側の領域に形成された前記溝部は、平面視で前記第1方向の第1側に凸であり、前記第2ノズル側の領域に形成された前記溝部は、平面視で前記第1側とは反対の第2側に凸である

請求項2の液体噴射ヘッド。

20

【請求項5】

前記ノズルプレートには、第1ノズルと第2ノズルとが前記ノズルとして設けられ、

前記流路形成部には、前記第1ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第2ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第1ノズルに対応する前記連通路と前記第2ノズルに対応する前記連通路との間に位置し第1方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、

前記循環液室の上面のうち前記第1ノズル側の領域に形成された前記溝部と、前記第2ノズル側の領域に形成された前記溝部とは、平面視で前記第1方向の第1側に凸である

請求項2の液体噴射ヘッド。

30

【請求項6】

前記ノズルプレートには、第1方向に配列する複数のノズルが設けられ、

前記流路形成部には、前記複数のノズルの各々に対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第1方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、

前記複数の溝部のうち前記第1方向の第1側に位置する溝部は、平面視で前記第1側とは反対の第2側に凸であり、前記複数の溝部のうち前記第1方向における前記第2側の溝部は、平面視で前記第1側に凸である

請求項2の液体噴射ヘッド。

40

【請求項7】

前記循環液室は、平面視で前記圧力室に重ならない

請求項1から請求項6の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項8】

前記循環液室の高さの最大値は、前記連通路の流路長よりも小さい

請求項1から請求項7の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項9】

前記流路形成部は、前記連通路と前記循環液室とが形成された第1流路基板と、前記压

50

力室が形成された第2流路基板とを含み、

前記循環液室の高さの最大値は、前記第1流路基板の厚さの半分以下である

請求項1から請求項7の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項10】

前記循環液室の高さの最大値は、前記循環液室の幅よりも小さい

請求項1から請求項9の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項11】

前記流路形成部には、前記連通路を挟んで相互に反対側に位置し、当該連通路に連通する第1循環液室および第2循環液室が前記循環液室として設けられる

請求項1から請求項10の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項12】

前記第1循環液室は平面視で前記圧力室に重ならず、前記第2循環液室は平面視で前記圧力室に重なる

請求項11の液体噴射ヘッド。

【請求項13】

前記第1循環液室の高さと前記第2循環液室の高さとは同等である

請求項12の液体噴射ヘッド。

20

【請求項14】

前記第1循環液室の高さは、前記第2循環液室の高さよりも大きい

請求項12の液体噴射ヘッド。

【請求項15】

前記第1循環液室の高さは、前記第2循環液室の高さよりも小さい

請求項12の液体噴射ヘッド。

30

【請求項16】

前記第1循環液室の幅は、前記第2循環液室の幅よりも大きい

請求項12の液体噴射ヘッド。

【請求項17】

前記第1循環液室の幅は、前記第2循環液室の幅よりも小さい

請求項12の液体噴射ヘッド。

【請求項18】

前記流路形成部には、前記圧力室に供給される液体を貯留する供給液室が設けられ、

前記循環液室の高さの最大値は、前記供給液室の高さと等しい

請求項1から請求項17の何れかの液体噴射ヘッド。

40

【請求項19】

前記循環液室と前記連通路との間には所定の厚さの隔壁部がある

請求項1から請求項18の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項20】

前記循環液室は、第1空間と、前記第1空間からみて前記連通路側において相互に対向する流路壁の間に形成された第2空間とを含み、

50

前記第1地点は、前記第1空間内に位置し、
前記第2地点は、前記第2空間内に位置する
請求項1から請求項19の何れかの液体噴射ヘッド。

【請求項21】

前記流路形成部を挟んで前記ノズルプレートとは反対側に端部が設置された配線基板を具備し、

前記循環液室は、前記配線基板の前記端部に平面視で重なる
請求項1から請求項20の何れかの液体噴射ヘッド。

10

【請求項22】

請求項1から請求項21の何れかの液体噴射ヘッドを具備する液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インク等の液体を噴射する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

インク等の液体を複数のノズルから噴射する液体噴射ヘッドが従来から提案されている。例えば特許文献1には、連通板の一方側の表面に流路形成基板を設置し、他方側の表面にノズルプレートを設置した積層構造の液体噴射ヘッドが開示されている。流路形成基板には、共通液体室（リザーバー）から供給される液体が充填される圧力発生室が形成され、ノズルプレートにはノズルが形成される。連通板に形成された連通路を介して圧力発生室とノズルとが相互に連通する。連通板のうちノズルプレートが設置される表面には、共通液体室に連通する循環流路と、連通路と循環流路とを相互に連通させる溝状の循環連通路とが形成される。以上の構成によれば、循環連通路と循環流路とを介して連通路の内部の液体を共通液体室に循環させることが可能である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献1】特開2012-143948号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の技術では、連通板に循環連通路が形成されるから、連通板の機械的な強度を充分に確保することが困難である。以上の事情を考慮して、本発明の好適な態様は、液体を循環させるための液室を設けることに起因した機械的な強度の低下を抑制することをひとつの目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

<態様A1>

以上の課題を解決するために、本発明の好適な態様（態様A1）に係る液体噴射ヘッドは、ノズルが設けられたノズルプレートと、液体が供給される圧力室と、前記ノズルと前記圧力室とを連通させる連通路と、前記連通路に連通する循環液室とが設けられた流路形成部と、前記圧力室に圧力変化を発生させる圧力発生部とを具備し、前記循環液室における第1地点での高さは、前記第1地点からみて前記連通路側の第2地点での高さよりも大きい。以上の態様では、循環液室における第1地点での高さが、第1地点からみて連通路側の第2地点での高さよりも大きいから、循環液室の全体にわたり第1地点での高さである構成と比較して、流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

50

< 態様 A 2 >

態様 A 1 の好適例（態様 A 2 ）において、前記循環液室は、平面視で前記圧力室に重ならない。以上の態様では、循環液室が平面視で圧力室に重ならないから、循環液室が圧力室に重なる構成と比較して流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

< 態様 A 3 >

態様 A 1 または態様 A 2 の好適例（態様 A 3 ）において、前記循環液室の高さの最大値は、前記連通路の流路長よりも小さい。以上の態様では、循環液室の高さの最大値が連通路の流路長よりも小さい。したがって、循環液室の高さの最大値が連通路の流路長と同等以上である構成と比較して流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

10

< 態様 A 4 >

態様 A 1 または態様 A 2 の好適例（態様 A 4 ）において、前記流路形成部は、前記連通路と前記循環液室とが形成された第 1 流路基板と、前記圧力室が形成された第 2 流路基板とを含み、前記循環液室の高さの最大値は、前記第 1 流路基板の厚さの半分以下である。以上の態様では、循環液室の高さの最大値が第 1 流路基板の厚さの半分以下である。したがって、循環液室の高さの最大値が第 1 流路基板の厚さの半分よりも大きい構成と比較して、流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

< 態様 A 5 >

態様 A 1 から態様 A 4 の何れかの好適例（態様 A 5 ）において、前記循環液室の高さの最大値は、前記循環液室の幅よりも小さい。以上の態様では、循環液室の高さの最大値が循環液室の幅よりも小さい。したがって、循環液室の高さの最大値が幅よりも大きい構成と比較して、流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

20

< 態様 A 6 >

態様 A 1 から態様 A 5 の何れかの好適例（態様 A 6 ）において、前記循環液室の高さは、当該高さが最大となる位置から幅方向の端部にかけて単調減少する。以上の態様では、循環液室の高さが最大となる位置から幅方向の端部にかけて高さが単調減少するから、流路形成部の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

< 態様 A 7 >

態様 A 1 から態様 A 6 の何れかの好適例（態様 A 7 ）において、前記循環液室の上面には、平面視で曲線状に延在する複数の溝部が形成される。以上の態様では、循環液室の上面に曲線状の複数の溝部が形成されるから、循環液室内で液体が流動する方向を複数の溝部により調整することが可能である。

30

< 態様 A 8 >

態様 A 7 の好適例（態様 A 8 ）において、前記循環液室は、第 1 方向に長尺であり、前記複数の溝部は、平面視で前記第 1 方向の第 1 側に凸である。以上の態様では、循環液室の長手方向である第 1 方向の第 1 側に凸となるように複数の溝部が形成される。したがって、循環液室に流入した液体を、第 1 側とは反対の第 2 側に流動し易くすることが可能である。

< 態様 A 9 >

40

態様 A 7 の好適例（態様 A 9 ）において、前記ノズルプレートには、第 1 ノズルと第 2 ノズルとが前記ノズルとして設けられ、前記流路形成部には、前記第 1 ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第 2 ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第 1 ノズルに対応する前記連通路と前記第 2 ノズルに対応する前記連通路との間に位置し第 1 方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、前記循環液室の上面のうち前記第 1 ノズル側の領域に形成された前記溝部は、平面視で前記第 1 方向の第 1 側に凸であり、前記第 2 ノズル側の領域に形成された前記溝部は、平面視で前記第 1 側とは反対の第 2 側に凸である。以上の態様では、第 1 ノズルに対応する連通路から循環液室に流入した液体を第 1 方向の第 2 側に流動させ易く、第 2 ノズルに対応する連通路から循環液室に流入した液体を第 1 方向の第 1 側に流動させ易いという利点がある。

50

< 態様 A 1 0 >

態様 A 7 の好適例（態様 A 1 0 ）において、前記ノズルプレートには、第 1 ノズルと第 2 ノズルとが前記ノズルとして設けられ、前記流路形成部には、前記第 1 ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第 2 ノズルに対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第 1 ノズルに対応する前記連通路と前記第 2 ノズルに対応する前記連通路との間に位置し第 1 方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、前記循環液室の上面のうち前記第 1 ノズル側の領域に形成された前記溝部と、前記第 2 ノズル側の領域に形成された前記溝部とは、平面視で前記第 1 方向の第 1 側に凸である。以上の態様では、第 1 ノズルに対応する連通路から循環液室に流入した液体と第 2 ノズルに対応する連通路から循環液室に流入した液体との双方を、第 1 側とは反対の第 2 側に流動させ易いという利点がある。

10

< 態様 A 1 1 >

態様 A 7 の好適例（態様 A 1 1 ）において、前記ノズルプレートには、前記第 1 方向に配列する複数のノズルが設けられ、前記流路形成部には、前記複数のノズルの各々に対応する前記圧力室および前記連通路と、前記第 1 方向に長尺な前記循環液室とが設けられ、前記複数の溝部のうち前記第 1 方向の第 1 側に位置する溝部は、平面視で前記第 1 側とは反対の第 2 側に凸であり、前記複数の溝部のうち前記第 1 方向における前記第 2 側の溝部は、平面視で前記第 1 側に凸である。以上の態様では、第 1 方向の第 1 側に位置するノズルから循環液室に流入した液体を第 1 側に流動させ易く、第 1 方向の第 2 側に位置するノズルから循環液室に流入した液体を第 2 側に流動させ易いという利点がある。

< 態様 A 1 2 >

20

態様 A 1 から態様 A 1 1 の何れかの好適例（態様 A 1 2 ）において、前記流路形成部には、前記連通路を挟んで相互に反対側に位置し、当該連通路に連通する第 1 循環液室および第 2 循環液室が前記循環液室として設けられる。以上の態様では、連通路を挟んで相互に反対側に第 1 循環液室と第 2 循環液室とが設けられるから、第 1 循環液室および第 2 循環液室の一方のみを設けた構成と比較して、液体の循環量を多くすることが可能である。

< 態様 A 1 3 >

態様 A 1 2 の好適例（態様 A 1 3 ）において、前記第 1 循環液室は平面視で前記圧力室に重ならず、前記第 2 循環液室は平面視で前記圧力室に重なる。以上の態様では、第 1 循環液室が圧力室に重ならず、第 2 循環液室が圧力室に重なるから、第 1 循環液室および第 2 循環液室の双方が圧力室に重なる構成と比較して、圧力室の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

30

< 態様 A 1 4 >

態様 A 1 3 の好適例（態様 A 1 4 ）において、前記第 1 循環液室の高さと前記第 2 循環液室の高さとは同等である。以上の態様によれば、第 1 循環液室と第 2 循環液室とを形成する工程が簡素化されるという利点がある。

< 態様 A 1 5 >

態様 A 1 3 の好適例（態様 A 1 5 ）において、前記第 1 循環液室の高さは、前記第 2 循環液室の高さよりも大きい。以上の態様によれば、圧力室の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

< 態様 A 1 6 >

40

態様 A 1 3 の好適例（態様 A 1 6 ）において、前記第 1 循環液室の高さは、前記第 2 循環液室の高さよりも小さい。以上の態様によれば、流路形成部の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

< 態様 A 1 7 >

態様 A 1 3 の好適例（態様 A 1 7 ）において、前記第 1 循環液室の幅は、前記第 2 循環液室の幅よりも大きい。

< 態様 A 1 8 >

態様 A 1 3 の好適例（態様 A 1 8 ）において、前記第 1 循環液室の幅は、前記第 2 循環液室の幅よりも小さい。

< 態様 A 1 9 >

50

態様 A 1 から態様 A 18 の何れかの好適例（態様 A 19 ）において、前記流路形成部には、前記圧力室に供給される液体を貯留する供給液室が設けられ、前記循環液室の高さの最大値は、前記供給液室の高さと等しい。以上の態様によれば、循環液室の高さと供給液室の高さと同等であるから、循環液室と供給液室とを形成する工程が簡素化されるという利点がある。

< 態様 A 2 0 >

態様 A 1 から態様 A 19 の何れかの好適例（態様 A 2 0 ）において、前記循環液室と前記連通路との間には所定の厚さの隔壁部がある。以上の態様では、循環液室と連通路との間に所定の厚さの隔壁部があるから、循環液室の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

10

< 態様 A 2 1 >

態様 A 1 から態様 A 2 0 の何れかの好適例（態様 A 2 1 ）において、前記循環液室は、第 1 空間と、前記第 1 空間からみて前記連通路側において相互に対向する流路壁の間に形成された第 2 空間とを含み、前記第 1 地点は、前記第 1 空間内に位置し、前記第 2 地点は、前記第 2 空間内に位置する。以上の態様では、循環液室の第 2 空間が流路壁の間に形成されるから、流路壁が形成されない構成と比較して流路形成部の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

< 態様 A 2 2 >

態様 A 1 から態様 A 2 1 の何れかの好適例（態様 A 2 2 ）において、前記流路形成部を挟んで前記ノズルプレートとは反対側に端部が設置された配線基板を具備し、前記循環液室は、前記配線基板の前記端部に平面視で重なる。以上の態様では、配線基板の実装時に配信基板から流路形成部に外力が作用し易い。したがって、流路形成部の機械的な強度の低下を抑制できる以上の態様は格別に好適である。

20

< 態様 A 2 3 >

本発明の好適な態様（態様 A 2 3 ）に係る液体噴射装置は、以上に例示した何れかの態様に係る液体噴射ヘッドを具備する。液体噴射装置の好例は、インクを噴射する印刷装置であるが、本発明に係る液体噴射装置の用途は印刷に限定されない。

【 0 0 0 6 】

ところで、特許文献 1 の技術では、連通板のうちノズルプレートが接合される表面に循環連通路が形成される。以上の構成では、ノズルの近傍に位置する液体を循環流路に対して効率的に循環させることは実際には困難である。以上の事情を考慮して、本発明の好適な態様は、ノズルの近傍の液体を効率的に循環させることをひとつの目的とする。

30

< 態様 B 1 >

以上の課題を解決するために、本発明の好適な態様（態様 B 1 ）に係る液体噴射ヘッドは、第 1 ノズルおよび第 2 ノズルが設けられたノズルプレートと、液体が供給される第 1 圧力室および第 2 圧力室と、前記第 1 ノズルと前記第 1 圧力室とを連通させる第 1 連通路と、前記第 2 ノズルと前記第 2 圧力室とを連通させる第 2 連通路と、前記第 1 連通路と前記第 2 連通路との間に位置する循環液室とが設けられた流路形成部と、前記第 1 圧力室および前記第 2 圧力室の各々に圧力変化を発生させる圧力発生部とを具備し、前記ノズルプレートには、前記第 1 連通路と前記循環液室とを連通させる第 1 循環路、および、前記第 2 連通路と前記循環液室とを連通させる第 2 循環路が設けられる。以上の態様によれば、第 1 連通路と循環液室とを連通させる第 1 循環路がノズルプレートに形成されるから、循環連通路が連通板に形成される特許文献 1 の構成と比較して、ノズルの近傍の液体を効率的に循環液室に供給することが可能である。また、第 1 連通路と第 2 連通路との間に位置する循環液室に第 1 循環路と第 2 循環路とが共通に連通するから、第 1 循環路が連通する循環液室と第 2 循環路が連通する循環液室とを別個に設ける構成と比較して、液体噴射ヘッドの構成が簡素化されるという利点もある。なお、以下の説明では、第 1 連通路を流通する液体のうち第 1 循環路を介して循環液室に流入する液体の量を「循環量」と表記し、第 1 連通路を流通する液体のうち第 1 ノズルを介して噴射される液体の量を「噴射量」と表記する。

40

50

< 態様 B 2 >

態様 B 1 の好適例（態様 B 2 ）において、前記第 1 ノズルは、第 1 区間と、前記第 1 区間よりも大径であり当該第 1 区間からみて前記流路形成部側に位置する第 2 区間とを含む。以上の態様では、内径が異なる第 1 区間と第 2 区間とを第 1 ノズルが含むから、第 1 ノズルの流路抵抗を所望の特性に設定し易いという利点がある。

< 態様 B 3 >

態様 B 2 の好適例（態様 B 3 ）において、前記第 1 循環路は、前記第 2 区間と同一の深さである。以上の態様では、第 1 循環路と第 1 ノズルの第 2 区間とが同一の深さであるから、第 1 循環路と第 2 区間とで深さが異なる構成と比較して、第 1 循環路および第 2 区間を形成し易いという利点がある。

10

< 態様 B 4 >

態様 B 2 の好適例（態様 B 4 ）において、前記第 1 循環路は、前記第 2 区間よりも深い。以上の態様では、第 1 循環路が第 1 ノズルの第 2 区間よりも深いから、第 1 循環路が第 2 区間よりも浅い構成と比較して第 1 循環路の流路抵抗が小さい。したがって、第 1 循環路が第 2 区間よりも浅い構成と比較して循環量を多くすることが可能である。

< 態様 B 5 >

態様 B 2 の好適例（態様 B 5 ）において、前記第 1 循環路は、前記第 2 区間よりも浅い。以上の態様では、第 1 循環路が第 1 ノズルの第 2 区間よりも浅いから、第 1 循環路が第 2 区間よりも深い構成と比較して第 1 循環路の流路抵抗が大きい。したがって、第 1 循環路が第 2 区間よりも深い構成と比較して噴射量を多くすることが可能である。

20

< 態様 B 6 >

態様 B 2 から態様 B 5 の何れかの好適例（態様 B 6 ）において、前記第 2 区間は、前記第 1 循環路に連続する。以上の態様では、第 1 ノズルの第 2 区間と第 1 循環路とが連続する。したがって、ノズルの近傍の液体を効率的に循環液室に循環させることができるという前述の効果は格別に顕著である。

< 態様 B 7 >

態様 B 1 から態様 B 5 の何れかの好適例（態様 B 7 ）において、前記第 1 ノズルと前記第 1 循環路とは、前記ノズルプレートの面内において相互に離間する。以上の態様では、第 1 ノズルと第 1 循環路とが相互に離間する。したがって、循環量の確保と噴射量の確保との両立が容易であるという利点がある。

30

< 態様 B 8 >

態様 B 7 の好適例（態様 B 8 ）において、前記第 1 循環路のうち前記循環液室に重なる部分の流路長 L_aと、前記第 1 循環路のうち前記第 1 連通路に重なる部分の流路長 L_bとは、L_a > L_b を満たす。以上の態様によれば、第 1 連通路内の液体が第 1 循環路を介して循環液室に供給され易いという利点がある。

< 態様 B 9 >

態様 B 8 の好適例（態様 B 9 ）において、前記第 1 循環路のうち、前記流路形成部における前記第 1 連通路と前記循環液室との間の隔壁部に重なる部分の流路長 L_c は、L_a > L_b > L_c を満たす。以上の態様によれば、第 1 連通路内の液体が第 1 循環路を介して循環液室に供給され易いという利点がある。

40

< 態様 B 10 >

態様 B 6 または態様 B 7 の好適例（態様 B 10 ）において、前記第 1 循環路のうち前記循環液室に重なる部分の流路長 L_a と、前記第 1 循環路のうち、前記流路形成部における前記第 1 連通路と前記循環液室との間の隔壁部に重なる部分の流路長 L_c とは、L_a > L_c を満たす。以上の態様によれば、第 1 連通路内の液体が第 1 循環路を介して循環液室に供給され易いという利点がある。

< 態様 B 11 >

態様 B 1 から態様 B 10 の何れかの好適例（態様 B 11 ）において、前記第 1 循環路の流路幅は、前記第 1 ノズルの最大径よりも小さい。以上の態様では、第 1 循環路の流路幅が第 1 ノズルの最大径よりも小さいから、第 1 循環路の流路幅が第 1 ノズルの最大径より

50

も大きい構成と比較して、第1循環路の流路抵抗が大きい。したがって、噴射量を多くすることができる。

< 態様 B 1 2 >

態様 B 1 から態様 B 1 1 の何れかの好適例（態様 B 1 2 ）において、前記第1循環路の流路幅は、前記第1圧力室の流路幅よりも小さい。以上の態様では、第1循環路の流路幅が第1圧力室の流路幅よりも小さいから、第1循環路の流路幅が第1圧力室の流路幅よりも大きい構成と比較して、第1循環路の流路抵抗が大きい。したがって、噴射量を多くすることができる。

< 態様 B 1 3 >

態様 B 1 から態様 B 1 2 の何れかの好適例（態様 B 1 3 ）において、前記第1循環路のうち前記循環液室側の部分の流路幅は、前記第1ノズル側の部分の流路幅よりも広い。以上の態様では、第1循環路のうち循環液室側の部分の流路幅が第1ノズル側の部分の流路幅よりも広いから、第1連通路内の液体が第1循環路を介して循環液室に供給され易い。したがって、循環量を確保し易いという利点がある。

10

< 態様 B 1 4 >

態様 B 1 から態様 B 1 2 の何れかの好適例（態様 B 1 4 ）において、前記第1循環路のうち中間部分の流路幅は、前記中間部分からみて前記循環液室側の部分の流路幅および前記第1ノズル側の部分の流路幅よりも狭い。以上の態様では、第1循環路のうち中間部分の流路幅が循環液室側の部分および第1ノズル側の部分よりも狭いから、第1循環路の流路幅が一定である構成と比較して第1循環路の流路抵抗が大きい。したがって、噴射量を多くすることが可能である。

20

< 態様 B 1 5 >

態様 B 1 から態様 B 1 2 の何れかの好適例（態様 B 1 5 ）において、前記第1循環路のうち中間部分の流路幅は、前記中間部分からみて前記循環液室側の部分の流路幅および前記第1ノズル側の部分の流路幅よりも広い。以上の態様では、第1循環路のうち中間部分の流路幅が循環液室側の部分および第1ノズル側の部分よりも広いから、第1循環路の流路幅が一定である構成と比較して第1循環路の流路抵抗が小さい。したがって、循環量を多くすることが可能である。

< 態様 B 1 6 >

態様 B 1 から態様 B 1 5 の何れかの好適例（態様 B 1 6 ）において、前記第1ノズルの中心軸は、前記第1連通路の中心軸からみて前記循環液室とは反対側に位置する。以上の態様では、第1ノズルの中心軸が第1連通路の中心軸からみて循環液室とは反対側に位置するから、第1ノズルの中心軸が第1連通路の中心軸からみて循環液室側に位置する構成と比較して、循環量を低減するとともに噴射量を増加させることが可能である。

30

< 態様 B 1 7 >

態様 B 1 から態様 B 1 5 の何れかの好適例（態様 B 1 7 ）において、前記第1ノズルの中心軸は、前記第1連通路の中心軸と同じ位置にある。以上の態様では、第1ノズルの中心軸と第1連通路の中心軸とが同じ位置にあるから、第1ノズルの中心軸と第1連通路の中心軸とが相異なる位置にある構成と比較して、噴射量の確保と循環量の確保とを両立し易いという利点がある。

40

< 態様 B 1 8 >

態様 B 1 から態様 B 1 5 の何れかの好適例（態様 B 1 8 ）において、前記第1ノズルの中心軸は、前記第1連通路の中心軸からみて前記循環液室側に位置する。以上の態様では、第1ノズルの中心軸が第1連通路の中心軸からみて循環液室側に位置するから、第1ノズルの中心軸が第1連通路の中心軸からみて循環液室とは反対側に位置する構成と比較して、循環量を増加させるとともに噴射量を低減することが可能である。

< 態様 B 1 9 >

態様 B 1 から態様 B 1 8 の何れかの好適例（態様 B 1 9 ）において、前記第1循環路のうち中間部分は、前記中間部分からみて前記循環液室側の部分および前記第1ノズル側の部分よりも深い。以上の態様では、第1循環路の中間部分が循環液室側の部分および第1

50

ノズル側の部分よりも深いから、第1循環路の深さが全長にわたり一定である構成と比較して第1循環路の流路抵抗が小さい。したがって、循環量を多くすることが可能である。

< 態様 B 2 0 >

態様 B 1 から態様 B 1 9 の何れかの好適例（態様 B 2 0 ）において、前記第1圧力室に圧力変化を発生させた場合に、前記第1循環路を介して循環液室に供給される液体の量は、前記第1ノズルから噴射される液体の量よりも多い。以上の態様では、循環量が噴射量よりも多い。すなわち、噴射量を確保しながら、ノズルの近傍の液体を効果的に循環液室に循環させることが可能である。

< 態様 B 2 1 >

態様 B 1 から態様 B 2 0 の何れかの好適例（態様 B 2 1 ）において、前記第1循環路と前記循環液室とは相互に重なり、前記第1循環路と前記第1圧力室とは相互に重なり、前記循環液室と前記第1圧力室とは相互に重ならない。以上の態様では、第1循環路が循環液室および第1圧力室に重なる一方、循環液室と第1圧力室とは相互に重ならない。したがって、例えば第1循環路と第1圧力室とが相互に重ならない構成と比較して、液体噴射ヘッドを小型化し易いという利点がある。

10

< 態様 B 2 2 >

態様 B 1 から態様 B 2 0 の何れかの好適例（態様 B 2 2 ）において、前記第1循環路と前記循環液室とは相互に重なり、前記第1循環路と前記圧力発生部とは相互に重なり、前記循環液室と前記圧力発生部とは相互に重ならない。以上の態様では、第1循環路が循環液室および圧力発生部に重なる一方、循環液室と圧力発生部と相互に重ならない。したがって、例えば第1循環路と圧力発生部とが相互に重ならない構成と比較して、液体噴射ヘッドを小型化し易いという利点がある。

20

< 態様 B 2 3 >

態様 B 1 から態様 B 2 0 の何れかの好適例（態様 B 2 3 ）において、前記第1圧力室のうち前記第1連通路側の端面は、当該第1圧力室の上面に対して傾斜した傾斜面であり、前記第1循環路と前記第1圧力室の上面とは相互に重ならない。

< 態様 B 2 4 >

態様 B 1 から態様 B 2 3 の何れかの好適例（態様 B 2 4 ）において、前記第1圧力室と前記循環液室とは、前記第1連通路と前記第1循環路とを介して連通する。以上の態様では、第1圧力室と循環液室とが第1連通路と第1循環路とを介して関節的に連通する。したがって、第1圧力室と循環液室とが直接的に連通する構成と比較して、噴射量を適切に確保しながら循環液室に液体を供給することが可能である。

30

< 態様 B 2 5 >

態様 B 1 から態様 B 2 4 の何れかの好適例（態様 B 2 5 ）において、前記ノズルプレートおよび流路形成部の各々は、シリコンで形成された基板を含む。以上の態様では、ノズルプレートおよび流路形成部の各々がシリコンの基板を含むから、例えば半導体製造技術を利用することで、ノズルプレートおよび流路形成部に対して高精度に流路を形成できるという利点がある。

< 態様 B 2 6 >

本発明の好適な態様に係る液体噴射装置は、以上に例示した各態様に係る液体噴射ヘッドを具備する。液体噴射装置の好例は、インクを噴射する印刷装置であるが、本発明に係る液体噴射装置の用途は印刷に限定されない。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1実施形態における液体噴射装置の構成図である。

【図2】液体噴射ヘッドの断面図である。

【図3】液体噴射ヘッドの部分的な分解斜視図である。

【図4】圧電素子の断面図である。

【図5】液体噴射ヘッドにおけるインクの循環の説明図である。

【図6】液体噴射ヘッドのうち循環液室の近傍の平面図および断面図である。

50

【図7】第2実施形態における液体噴射ヘッドの部分的な分解斜視図である。

【図8】第2実施形態における循環液室の近傍の平面図および断面図である。

【図9】第3実施形態における循環液室の近傍の平面図および断面図である。

【図10】第4実施形態における循環液室の近傍の断面図である。

【図11】第5実施形態における循環液室の近傍の断面図である。

【図12】第5実施形態の変形例における循環液室の近傍の断面図である。

【図13】第6実施形態における循環液室の平面図である。

【図14】第6実施形態の変形例における循環液室の平面図である。

【図15】第6実施形態の変形例における循環液室の平面図である。

【図16】第7実施形態における循環液室の近傍の断面図である。 10

【図17】第7実施形態の変形例における循環液室の近傍の断面図である。

【図18】第7実施形態の変形例における循環液室の近傍の断面図である。

【図19】第7実施形態の変形例における循環液室の近傍の断面図である。

【図20】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の断面図である。

【図21】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の断面図である。

【図22】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の断面図である。

【図23】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の平面図である。

【図24】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の平面図である。

【図25】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の平面図である。

【図26】変形例の液体噴射ヘッドのうち循環液室の近傍の平面図および断面図である。 20

【図27】変形例の液体噴射ヘッドのうち循環液室の近傍の平面図および断面図である。

【図28】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の断面図である。

【図29】変形例の液体噴射ヘッドにおける循環液室の近傍の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る液体噴射装置100を例示する構成図である。第1実施形態の液体噴射装置100は、液体の例示であるインクを媒体12に噴射するインクジェット方式の印刷装置である。媒体12は、典型的には印刷用紙であるが、樹脂フィルムまたは布帛等の任意の材質の印刷対象が媒体12として利用され得る。図1に例示される通り、液体噴射装置100には、インクを貯留する液体容器14が設置される。例えば液体噴射装置100に着脱可能なカートリッジ、可撓性のフィルムで形成された袋状のインクパック、またはインクを補充可能なインクタンクが液体容器14として利用される。色彩が相違する複数種のインクが液体容器14には貯留される。 30

【0009】

図1に例示される通り、液体噴射装置100は、制御ユニット20と搬送機構22と移動機構24と液体噴射ヘッド26とを具備する。制御ユニット20は、例えばCPU(Central Processing Unit)またはFPGA(Field Programmable Gate Array)等の処理回路と半導体メモリー等の記憶回路とを含み、液体噴射装置100の各要素を統括的に制御する。搬送機構22は、制御ユニット20による制御のもとで媒体12をY方向に搬送する。 40

【0010】

移動機構24は、制御ユニット20による制御のもとで液体噴射ヘッド26をX方向に往復させる。X方向は、媒体12が搬送されるY方向に交差(典型的には直交)する方向である。第1実施形態の移動機構24は、液体噴射ヘッド26を収容する略箱型の搬送体242(キャリッジ)と、搬送体242が固定された搬送ベルト244とを具備する。なお、複数の液体噴射ヘッド26を搬送体242に搭載した構成や、液体容器14を液体噴射ヘッド26とともに搬送体242に搭載した構成も採用され得る。

【0011】

液体噴射ヘッド26は、液体容器14から供給されるインクを制御ユニット20による

10

20

30

40

50

制御のもとで複数のノズルN（噴射孔）から媒体12に噴射する。搬送機構22による媒体12の搬送と搬送体242の反復的な往復とに並行して各液体噴射ヘッド26が媒体12にインクを噴射することで、媒体12の表面に所望の画像が形成される。なお、X-Y平面（例えば媒体12の表面に平行な平面）に垂直な方向を以下ではZ方向と表記する。各液体噴射ヘッド26によるインクの噴射方向（典型的には鉛直方向）がZ方向に相当する。

【0012】

図1に例示される通り、液体噴射ヘッド26の複数のノズルNはY方向に配列される。第1実施形態の複数のノズルNは、X方向に相互に間隔をあけて並設された第1列L1と第2列L2とに区分される。第1列L1および第2列L2の各々は、Y方向に直線状に配列された複数のノズルNの集合である。なお、第1列L1と第2列L2との間に各ノズルNのY方向に位置を相違させること（すなわち千鳥配置またはスタガ配置）も可能であるが、第1列L1と第2列L2とで各ノズルNのY方向の位置を一致させた構成を以下では便宜的に例示する。液体噴射ヘッド26においてY方向に平行な中心軸を通過するとともにZ方向に平行な平面（Y-Z平面）Oを以下の説明では「中心面」と表記する。

10

【0013】

図2は、Y方向に垂直な断面における液体噴射ヘッド26の断面図であり、図3は、液体噴射ヘッド26の部分的な分解斜視図である。図2および図3から理解される通り、第1実施形態の液体噴射ヘッド26は、第1列L1の各ノズルN（第1ノズルの例示）に関連する要素と第2列L2の各ノズルN（第2ノズルの例示）に関連する要素とが中心面Oを挟んで対称に配置された構造である。すなわち、液体噴射ヘッド26のうち中心面Oを挟んでX方向の正側の部分（以下「第1部分」という）P1とX方向の負側の部分（以下「第2部分」という）P2とで構造は実質的に共通する。第1列L1の複数のノズルNは第1部分P1に形成され、第2列L2の複数のノズルNは第2部分P2に形成される。中心面Oは、第1部分P1と第2部分P2との境界面に相当する。

20

【0014】

図2および図3に例示される通り、液体噴射ヘッド26は流路形成部30を具備する。流路形成部30は、複数のノズルNにインクを供給するための流路を形成する構造体である。第1実施形態の流路形成部30は、第1流路基板32（連通板）と第2流路基板34（圧力室形成板）との積層で構成される。第1流路基板32および第2流路基板34の各々は、Y方向に長尺な板状部材である。第1流路基板32のうちZ方向の負側の表面Faに、例えば接着剤を利用して第2流路基板34が設置される。

30

【0015】

図2に例示される通り、第1流路基板32の表面Faの面上には、第2流路基板34のほか、振動部42と複数の圧電素子44と保護部材46と筐体部48とが設置される（図3では図示略）。他方、第1流路基板32のうちZ方向の正側（すなわち表面Faとは反対側）の表面Fbにはノズルプレート52と吸振体54とが設置される。液体噴射ヘッド26の各要素は、概略的には第1流路基板32や第2流路基板34と同様にY方向に長尺な板状部材であり、例えば接着剤を利用して相互に接合される。第1流路基板32と第2流路基板34とが積層される方向や第1流路基板32とノズルプレート52とが積層される方向（あるいは板状の各要素の表面に垂直な方向）を、Z方向として把握することも可能である。

40

【0016】

ノズルプレート52は、複数のノズルNが形成された板状部材であり、例えば接着剤を利用して第1流路基板32の表面Fbに設置される。複数のノズルNの各々は、インクを通過させる円形状の貫通孔である。第1実施形態のノズルプレート52には、第1列L1を構成する複数のノズルNと第2列L2を構成する複数のノズルNとが形成される。具体的には、ノズルプレート52のうち中心面OからみてX方向の正側の領域に、第1列L1の複数のノズルNがY方向に沿って形成され、X方向の負側の領域に、第2列L2の複数のノズルNがY方向に沿って形成される。第1実施形態のノズルプレート52は、第1列

50

L1の複数のノズルNが形成された部分と第2列L2の複数のノズルNが形成された部分とにわたり連続する単体の板状部材である。第1実施形態のノズルプレート52は、半導体製造技術(例えばドライエッチングやウェットエッチング等の加工技術)を利用してシリコン(Si)の単結晶基板を加工することで製造される。ただし、ノズルプレート52の製造には公知の材料や製法が任意に採用され得る。

【0017】

図2および図3に例示される通り、第1流路基板32には、第1部分P1および第2部分P2の各々について、空間Raと供給液室60と複数の供給路61と複数の連通路63とが形成される。空間Raは、平面視で(すなわちZ方向からみて)Y方向に沿う長尺状に形成された開口であり、供給路61および連通路63はノズルN毎に形成された貫通孔である。供給液室60は、複数のノズルNにわたりY方向に沿う長尺状に形成された空間であり、空間Raと複数の供給路61とを相互に連通させる。複数の連通路63は平面視でY方向に配列し、複数の供給路61は、複数の連通路63の配列と空間Raとの間でY方向に配列する。複数の供給路61は、空間Raに共通に連通する。また、任意の1個の連通路63は、当該連通路63に対応するノズルNに平面視で重なる。具体的には、第1部分P1の任意の1個の連通路63は、第1列L1のうち当該連通路63に対応する1個のノズルNに連通する。同様に、第2部分P2の任意の1個の連通路63は、第2列L2のうち当該連通路63に対応する1個のノズルNに連通する。

【0018】

図2および図3に例示される通り、第2流路基板34は、第1部分P1および第2部分P2の各々について複数の圧力室Cが形成された板状部材である。複数の圧力室CはY方向に配列する。各圧力室C(キャビティ)は、ノズルN毎に形成されて平面視でX方向に沿う長尺状の空間である。第1流路基板32および第2流路基板34は、前述のノズルプレート52と同様に、例えば半導体製造技術を利用してシリコンの単結晶基板を加工することで製造される。ただし、第1流路基板32および第2流路基板34の製造には公知の材料や製法が任意に採用され得る。以上の例示の通り、第1実施形態における流路形成部30(第1流路基板32および第2流路基板34)とノズルプレート52とはシリコンで形成された基板を包含する。したがって、例えば前述の例示のように半導体製造技術を利用することで、流路形成部30およびノズルプレート52に微細な流路を高精度に形成できるという利点がある。

【0019】

図2に例示される通り、第2流路基板34のうち第1流路基板32とは反対側の表面には振動部42が設置される。第1実施形態の振動部42は、弾性的に振動可能な板状部材(振動板)である。なお、所定の板厚の板状部材のうち圧力室Cに対応する領域について板厚方向の一部を選択的に除去することで、第2流路基板34と振動部42とを一体に形成することも可能である。

【0020】

図2から理解される通り、第1流路基板32の表面Faと振動部42とは、各圧力室Cの内側で相互に間隔をあけて対向する。圧力室Cは、第1流路基板32の表面Faと振動部42との間に位置する空間であり、当該空間に充填されたインクに圧力変化を発生させる。各圧力室Cは、例えばX方向を長手方向とする空間であり、ノズルN毎に個別に形成される。第1列L1および第2列L2の各々について、複数の圧力室CがY方向に配列する。図2および図3に例示される通り、任意の1個の圧力室Cのうち中心面O側の端部は平面視で連通路63に重なり、中心面Oとは反対側の端部は平面視で供給路61に重なる。したがって、第1部分P1および第2部分P2の各々において、圧力室Cは、連通路63を介してノズルNに連通するとともに、供給路61を介して空間Raに連通する。なお、流路幅が狭窄された絞り流路を圧力室Cに形成することで所定の流路抵抗を付加することも可能である。

【0021】

図2に例示される通り、振動部42のうち圧力室Cとは反対側の面上には、第1部分P

10

20

30

40

50

1および第2部分P2の各々について、相異なるノズルNに対応する複数の圧電素子44が設置される。圧電素子44は、駆動信号の供給により変形する受動素子である。複数の圧電素子44は、各圧力室Cに対応するようにY方向に配列する。任意の1個の圧電素子44は、図4に例示される通り、相互に対向する第1電極441と第2電極442との間に圧電体層443を介在させた積層体である。なお、第1電極441および第2電極442の一方を、複数の圧電素子44にわたり連続する電極（すなわち共通電極）とすることも可能である。第1電極441と第2電極442と圧電体層443とが平面視で重なる部分が圧電素子44として機能する。なお、駆動信号の供給により変形する部分（すなわち振動部42を振動させる能動部）を圧電素子44として画定することも可能である。以上の説明から理解される通り、第1実施形態の液体噴射ヘッド26は第1圧電素子と第2圧電素子とを具備する。例えば、第1圧電素子は、中心面OからみてX方向の一方側（例えば図2における右側）の圧電素子44であり、第2圧電素子は、中心面OからみてX方向の他方側（例えば図2における左側）の圧電素子44である。圧電素子44の変形に連動して振動部42が振動すると、圧力室C内の圧力が変動することで、圧力室Cに充填されたインクが連通路63とノズルNとを通過して噴射される。

【0022】

図2の保護部材46は、複数の圧電素子44を保護するための板状部材であり、振動部42の表面（または第2流路基板34の表面）に設置される。保護部材46の材料や製法は任意であるが、第1流路基板32や第2流路基板34と同様に、例えばシリコン（Si）の単結晶基板を半導体製造技術により加工することで保護部材46は形成され得る。保護部材46のうち振動部42側の表面に形成された凹部に複数の圧電素子44が収容される。

【0023】

振動部42のうち流路形成部30とは反対側の表面（または流路形成部30の表面）には配線基板28の端部が接合される。すなわち、流路形成部30を挟んでノズルプレート52とは反対側に配線基板28の端部が接合される。配線基板28は、制御ユニット20と液体噴射ヘッド26とを電気的に接続する複数の配線（図示略）が形成された可撓性の実装部品である。配線基板28のうち、保護部材46に形成された開口部と筐体部48に形成された開口部とを通過して外部に延出した端部が制御ユニット20に接続される。例えばFPC（Flexible Printed Circuit）やFFC（Flexible Flat Cable）等の可撓性の配線基板28が好適に採用される。

【0024】

筐体部48は、複数の圧力室C（さらには複数のノズルN）に供給されるインクを貯留するためのケースである。筐体部48のうちZ方向の正側の表面が例えば接着剤で第1流路基板32の表面Faに接合される。筐体部48の製造には公知の技術や製法が任意に採用され得る。例えば樹脂材料の射出成形で筐体部48を形成することが可能である。

【0025】

図2に例示される通り、第1実施形態の筐体部48には、第1部分P1および第2部分P2の各々について空間Rbが形成される。筐体部48の区間Rbと第1流路基板32の空間Raとは相互に連通する。空間Raと空間Rbとで構成される空間は、複数の圧力室Cに供給されるインクを貯留する液体貯留室（リザーバー）Rとして機能する。液体貯留室Rは、複数のノズルNについて共用される共通液室である。第1部分P1および第2部分P2の各々に液体貯留室Rが形成される。第1部分P1の液体貯留室Rは、中心面OからみてX方向の正側に位置し、第2部分P2の液体貯留室Rは、中心面OからみてX方向の負側に位置する。筐体部48のうち第1流路基板32とは反対側の表面には、液体容器14から供給されるインクを液体貯留室Rに導入するための導入口482が形成される。液体貯留室R内の液体は、供給液室60と各供給路61とを介して圧力室Cに供給される。

【0026】

図2に例示される通り、第1流路基板32の表面Fbには、第1部分P1および第2部分P2の各々について吸振体54が設置される。吸振体54は、液体貯留室R内のインクの

10

20

30

40

50

圧力変動を吸収する可撓性のフィルム（コンプライアンス基板）である。図3に例示される通り、吸振体54は、第1流路基板32の空間Raと複数の供給路61とを閉塞するよう第1流路基板32の表面Fbに設置されて液体貯留室Rの壁面（具体的には底面）を構成する。

【0027】

図2に例示される通り、第1流路基板32のうちノズルプレート52に対向する表面Fbには空間（以下「循環液室」という）65が形成される。第1実施液体の循環液室65は、平面視でY方向に延在する長尺状の有底孔（溝部）である。第1流路基板32の表面Fbに接合されたノズルプレート52により循環液室65の開口は閉塞される。

【0028】

図5は、循環液室65に着目した液体噴射ヘッド26の構成図である。図5に例示される通り、循環液室65は、第1列L1および第2列L2に沿って複数のノズルNにわたり連続する。具体的には、第1列L1の複数のノズルNの配列と第2列L2の複数のノズルNの配列との間に循環液室65が形成される。したがって、図2に例示される通り、循環液室65は、第1部分P1の連通路63と第2部分P2の連通路63との間に位置する。以上の説明から理解される通り、第1実施形態の流路形成部30は、第1部分P1における圧力室C（第1圧力室）および連通路63（第1連通路）と、第2部分P2における圧力室C（第2圧力室）および連通路63（第2連通路）と、第1部分P1の連通路63と第2部分P2の連通路63との間に位置する循環液室65とが形成された構造体である。図2に例示される通り、第1実施形態の流路形成部30は、循環液室65と各連通路63との間を仕切る壁状の部分（以下「隔壁部」という）69を含む。図2から理解される通り、循環液室65は配線基板28の端部に平面視で重なる。

【0029】

なお、前述の通り、第1部分P1および第2部分P2の各々において複数の圧力室Cおよび複数の圧電素子44がY方向に配列する。したがって、第1部分P1および第2部分P2の各々における複数の圧力室Cまたは複数の圧電素子44にわたり連続するように、循環液室65がY方向に延在すると換言することも可能である。また、図2および図3から理解される通り、循環液室65と液体貯留室Rとが相互に間隔をあけてY方向に延在し、当該間隔内に圧力室Cと連通路63とノズルNとが位置するということも可能である。

【0030】

図6は、液体噴射ヘッド26のうち循環液室65の近傍の部分を拡大した平面図および断面図である。図6に例示される通り、第1実施形態における1個のノズルNは、第1区間n1と第2区間n2とを含む。第1区間n1と第2区間n2とは同軸に形成されて相互に連通する円形状の空間である。第2区間n2は、第1区間n1からみて流路形成部30側に位置する。第2区間n2の内径d2は第1区間n1の内径d1よりも大きい（ $d_2 > d_1$ ）。以上のように各ノズルNを階段状に形成した構成によれば、各ノズルNの流路抵抗を所望の特性に設定し易いという利点がある。また、図6に例示される通り、第1実施形態における各ノズルNの中心軸Qaは、連通路63の中心軸Qbからみて循環液室65とは反対側に位置する。

【0031】

図6に例示される通り、ノズルプレート52のうち流路形成部30に対向する表面には、第1部分P1および第2部分P2の各々について複数の循環路72が形成される。第1部分P1の複数の循環路72（第1循環路の例示）は、第1列L1の複数のノズルN（または第1列L1に対応する複数の連通路63）に1対1に対応する。また、第2部分P2の複数の循環路72（第2循環路の例示）は、第2列L2の複数のノズルN（または第2列L2に対応する複数の連通路63）に1対1に対応する。

【0032】

各循環路72は、X方向に延在する溝部（すなわち長尺状の有底孔）であり、インクを流通させる流路として機能する。第1実施形態の循環路72は、ノズルNから離間した位置（具体的には、当該循環路72に対応するノズルNからみて循環液室65側）に形成さ

10

20

30

40

50

れる。例えば、半導体製造技術（例えばドライエッティングやウェットエッティング等の加工技術）により複数のノズルN（特に第2区間n2）と複数の循環路72とが共通の工程で一括的に形成される。

【0033】

図6に例示される通り、各循環路72は、ノズルNのうち第2区間n2の内径d2と同等の流路幅Waで直線状に形成される。また、第1実施形態における循環路72の流路幅（Y方向の寸法）Waは、圧力室Cの流路幅（Y方向の寸法）Wbよりも小さい。したがって、循環路72の流路幅Waが圧力室Cの流路幅Wbよりも大きい構成と比較して循環路72の流路抵抗を大きくすることが可能である。他方、ノズルプレート52の表面に対する循環路72の深さDaは全長にわたり一定である。具体的には、各循環路72はノズルNの第2区間n2と同等の深さに形成される。以上の構成によれば、循環路72と第2区間n2とを相異なる深さに形成する構成と比較して、循環路72および第2区間n2を形成しやすいという利点がある。なお、流路の「深さ」とは、Z方向における流路の深さ（例えば流路の形成面と流路の底面との高低差）を意味する。10

【0034】

第1部分P1における任意の1個の循環路72は、第1列L1のうち当該循環路72に対応するノズルNからみて循環液室65側に位置する。また、第2部分P2における任意の1個の循環路72は、第2列L2のうち当該循環路72に対応するノズルNからみて循環液室65側に位置する。そして、各循環路72のうち中心面Oとは反対側（連通路63側）の端部は、当該循環路72に対応する1個の連通路63に平面視で重なる。すなわち、循環路72は連通路63に連通する。他方、各循環路72のうち中心面O側（循環液室65側）の端部は循環液室65に平面視で重なる。すなわち、循環路72は循環液室65に連通する。以上の説明から理解される通り、複数の連通路63の各々が循環路72を介して循環液室65に連通する。したがって、図6に破線の矢印で図示される通り、各連通路63内のインクは循環路72を介して循環液室65に供給される。すなわち、第1実施形態では、第1列L1に対応する複数の連通路63と第2列L2に対応する複数の連通路63とが1個の循環液室65に対して共通に連通する。20

【0035】

図6には、任意の1個の循環路72のうち循環液室65に重なる部分の流路長Laと、循環路72のうち連通路63に重なる部分の流路長（X方向の寸法）Lbと、循環路72のうち流路形成部30の隔壁部69に重なる部分の流路長（X方向の寸法）Lcとが図示されている。流路長Lcは、隔壁部69の厚さに相当する。隔壁部69は、循環路72の絞り部分として機能する。したがって、隔壁部69の厚さに相当する流路長Lcが長いほど、循環路72の流路抵抗が増大する。第1実施形態では、流路長Laが流路長Lbよりも長く（La > Lb）、流路長Laが流路長Lcよりも長い（La > Lc）、という関係が成立する。さらに、第1実施形態では、流路長Lbが流路長Lcよりも長い（Lb > Lc）という関係が成立する（La > Lb > Lc）。以上の構成によれば、流路長Laや流路長Lbが流路長Lcよりも短い構成と比較して、連通路63から循環路72を介して循環液室65にインクが流入し易いという利点がある。30

【0036】

以上に例示した通り、第1実施形態では、圧力室Cが連通路63と循環路72とを介して間接的に循環液室65に連通する。すなわち、圧力室Cと循環液室65とは直接的には連通しない。以上の構成において、圧電素子44の動作により圧力室C内の圧力が変動すると、連通路63内を流動するインクのうちの一部がノズルNから外部に噴射され、残りの一部が連通路63から循環路72を経由して循環液室65に流入する。第1実施形態では、圧電素子44の1回の駆動により連通路63を流通するインクのうち、ノズルNを介して噴射されるインクの量（以下「噴射量」という）が、連通路63を流通するインクのうち循環路72を介して循環液室65に流入するインクの量（以下「循環量」という）を上回るように、連通路63とノズルと循環路72とのイナータンスが選定される。全部の圧電素子44を一斉に駆動した場合を想定すると、複数のノズルNによる噴射量の合計よ4050

りも、複数の連通路 6 3 から循環液室 6 5 に流入する循環量の合計（例えば循環液室 6 5 内の単位時間内の流量）のほうが多い、と換言することも可能である。

【 0 0 3 7 】

具体的には、連通路 6 3 を流通するインクのうち循環量の比率が 70 % 以上となる（噴射量の比率が 30 % 以下）となるように、連通路 6 3 とノズルと循環路 7 2 との各々の流路抵抗が決定される。以上の構成によれば、インクの噴射量を確保しながら、ノズルの近傍のインクを効果的に循環液室 6 5 に循環させることができると可能である。概略的には、循環路 7 2 の流路抵抗が大きいほど、循環量が減少する一方で噴射量が増加し、循環路 7 2 の流路抵抗が小さいほど、循環量が増加する一方で噴射量が減少する、という傾向がある。

【 0 0 3 8 】

図 5 に例示される通り、第 1 実施形態の液体噴射装置 1 0 0 は循環機構 7 5 を具備する。循環機構 7 5 は、循環液室 6 5 内のインクを液体貯留室 R に供給（すなわち循環）するための機構である。第 1 実施形態の循環機構 7 5 は、例えば、循環液室 6 5 からインクを吸引する吸引機構（例えばポンプ）と、インクに混在する気泡や異物を捕集するフィルター機構と、インクの加熱により増粘を低減する加温機構とを具備する（図示略）。循環機構 7 5 により気泡や異物が除去されるとともに増粘が低減されたインクが、循環機構 7 5 から導入口 4 8 2 を介して液体貯留室 R に供給される。以上の説明から理解される通り、第 1 実施形態では、液体貯留室 R 供給路 6 1 圧力室 C 連通路 6 3 循環路 7 2 循環液室 6 5 循環機構 7 5 液体貯留室 R という経路でインクが循環する。

【 0 0 3 9 】

図 5 から理解される通り、第 1 実施形態の循環機構 7 5 は、Y 方向における循環液室 6 5 の両側からインクを吸引する。循環液室 6 5 には、Y 方向の正側の端部の近傍に位置する循環口 6 5 a と、Y 方向の負側の端部の近傍に位置する循環口 6 5 b とが形成される。循環機構 7 5 は、循環口 6 5 a および循環口 6 5 b の双方からインクを吸引する。なお、Y 方向における循環液室 6 5 の一方の端部のみからインクを吸引する構成では、循環液室 6 5 の両端部間でインクの圧力に差異が発生し、循環液室 6 5 内の圧力差に起因して連通路 6 3 内のインクの圧力が Y 方向の位置に応じて相違し得る。したがって、各ノズルからのインクの噴射特性（例えば噴射量や噴射速度）が Y 方向の位置に応じて相違する可能性がある。以上の構成とは対照的に、第 1 実施形態では、循環液室 6 5 の両側（循環口 6 5 a および循環口 6 5 b）からインクが吸引されるから、循環液室 6 5 の内部における圧力差が低減される。したがって、Y 方向に配列する複数のノズルにわたりインクの噴射特性を高精度に近似させることができる。ただし、循環液室 6 5 内での Y 方向における圧力差が特段の問題とならない場合には、循環液室 6 5 の一方の端部からインクを吸引する構成も採用され得る。

【 0 0 4 0 】

前述の通り、循環路 7 2 と連通路 6 3 とは平面視で重なり、連通路 6 3 と圧力室 C とは平面視で重なる。したがって、循環路 7 2 と圧力室 C とは平面視で相互に重なる。他方、図 5 および図 6 から理解される通り、循環液室 6 5 と圧力室 C とは平面視で相互に重ならない。また、圧電素子 4 4 は、X 方向に沿って圧力室 C の全体にわたり形成されるから、循環路 7 2 と圧電素子 4 4 とは平面視で相互に重なる一方、循環液室 6 5 と圧電素子 4 4 とは平面視で相互に重ならない。以上の説明から理解され通り、圧力室 C または圧電素子 4 4 は、循環路 7 2 に平面視で重なる一方、循環液室 6 5 には平面視で重ならない。したがって、例えば圧力室 C または圧電素子 4 4 が循環路 7 2 に平面視で重ならない構成と比較して、液体噴射ヘッド 2 6 を小型化し易いという利点がある。

【 0 0 4 1 】

以上に説明した通り、第 1 実施形態では、連通路 6 3 と循環液室 6 5 とを連通させる循環路 7 2 がノズルプレート 5 2 に形成される。したがって、循環連通路が連通板に形成される特許文献 1 の構成と比較して、ノズル N の近傍のインクを効率的に循環液室 6 5 に循環させることができると可能である。また、第 1 実施形態では、第 1 列 L 1 に対応する連通路 6 3 と第 2 列 L 2 に対応する連通路 6 3 とが両者間の循環液室 6 5 に共通に連通する。したが

10

20

30

40

50

つて、第1列L1に対応する各循環路72が連通する循環液室と第2列L2に対応する各循環路72が連通する循環液室とを別個に設けた構成と比較して、液体噴射ヘッド26の構成が簡素化される（ひいては小型化が実現される）という利点もある。

【0042】

<第2実施形態>

本発明の第2実施形態を説明する。なお、以下に例示する各形態において作用や機能が第1実施形態と同様である要素については、第1実施形態の説明で使用した符号を流用して各々の詳細な説明を適宜に省略する。

【0043】

図7は、第2実施形態における液体噴射ヘッド26の部分的な分解斜視図であり、第1実施形態で参照した図3に対応する。また、図8は、液体噴射ヘッド26のうち循環液室65の近傍の部分を拡大した平面図および断面図であり、第1実施形態で参照した図6に対応する。

【0044】

第1実施形態では、循環路72とノズルNとが相互に離間した構成を例示した。第2実施形態では、図7および図8から理解される通り、循環路72とノズルNとが相互に連続する。すなわち、第1部分P1の1個の循環路72は第1列L1の1個のノズルNに連続し、第2部分P2の1個の循環路72は第2列L2の1個のノズルNに連続する。具体的には、図8に例示される通り、各ノズルNの第2区間n2が循環路72に連続する。すなわち、循環路72と第2区間n2とは相互に同等の深さに形成され、循環路72の内周面と第2区間n2の内周面とが相互に連続する。X方向に延在する1個の循環路72の底面にノズルN（第1区間n1）が形成された構成とも換言され得る。具体的には、循環路72の底面のうち中心面Oとは反対側の端部の近傍にノズルNの第1区間n1が形成される。その他の構成は第1実施形態と同様である。例えば、第2実施形態においても、循環路72のうち循環液室65に重なる部分の流路長Laは、循環路72のうち流路形成部30の隔壁部69に重なる部分の流路長Lcよりも長い（La > Lc）。

【0045】

第2実施形態においても第1実施形態と同様の効果が実現される。また、第2実施形態では、各ノズルNの第2区間n2と循環路72とが相互に連続する。したがって、循環路72とノズルNとが相互に離間する第1実施形態の構成と比較して、ノズルNの近傍のインクを効率的に循環液室65に循環させることができるという効果は格別に顕著である。

【0046】

<第3実施形態>

図9は、第3実施形態における液体噴射ヘッド26のうち循環液室65の近傍の部分を拡大した平面図および断面図である。図9に例示される通り、第3実施形態における第1流路基板32の表面Fbには、前述の第1実施形態と同様の循環液室65（第1循環液室の例示）のほか、第1部分P1および第2部分P2の各々に対応する循環液室67（第2循環液室の例示）が形成される。循環液室67は、連通路63およびノズルNを挟んで循環液室65とは反対側に形成されてY方向に延在する長尺状の有底孔（溝部）である。第1流路基板32の表面Fbに接合されたノズルプレート52により、循環液室65および循環液室67の各々の開口が閉塞される。循環液室65の高さと循環液室67の高さとは同等である。

【0047】

第3実施形態の循環路72は、第1部分P1および第2部分P2の各々において、循環液室65と循環液室67とにわたるようにX方向に延在する溝部である。具体的には、循環路72のうち中心面O側（循環液室65側）の端部は平面視で循環液室65に重なり、循環路72のうち中心面Oとは反対側（循環液室67側）の端部は循環液室67に平面視で重なる。また、循環路72は平面視で連通路63に重なる。すなわち、各連通路63は、循環路72を介して循環液室65および循環液室67の双方に連通する。

【0048】

10

20

30

40

50

循環路 7 2 の底面にノズル N (第 1 区間 n 1) が形成される。具体的には、循環路 7 2 のうち平面視で連通路 6 3 に重なる部分の底面にノズル N の第 1 区間 n 1 が形成される。第 2 実施形態と同様に、第 3 実施形態においても、循環路 7 2 とノズル N (第 2 区間 n 2) とが相互に連続する、と表現することも可能である。以上の説明から理解される通り、第 1 実施形態および第 2 実施形態では循環路 7 2 の端部に連通路 6 3 およびノズル N が位置するのに対し、第 3 実施形態では、X 方向に延在する循環路 7 2 のうちの途中の部分に連通路 6 3 およびノズル N が位置する。

【 0 0 4 9 】

以上の説明から理解される通り、第 3 実施形態では、圧力室 C 内の圧力が変動すると、連通路 6 3 内を流動するインクの一部がノズル N から外部に噴射され、残りの一部が連通路 6 3 から循環路 7 2 を介して循環液室 6 5 および循環液室 6 7 の双方に供給される。循環液室 6 7 内のインクは、循環液室 6 5 内のインクとともに循環機構 7 5 により吸引され、循環機構 7 5 により気泡や異物が除去されるとともに増粘が低減されてから液体貯留室 R に供給される。

10

【 0 0 5 0 】

第 3 実施形態においても第 1 実施形態と同様の効果が実現される。また、第 3 実施形態では、循環液室 6 5 に加えて循環液室 6 7 が形成されるから、第 1 実施形態と比較して循環量を充分に確保できるという利点がある。なお、図 9 では、第 2 実施形態と同様に循環路 7 2 とノズル N とを連続させた構成を例示したが、第 3 実施形態において、第 1 実施形態と同様に循環路 7 2 とノズル N とを相互に離間させることも可能である。

20

【 0 0 5 1 】

< 第 4 実施形態 >

図 1 0 は、第 4 実施形態における液体噴射ヘッド 2 6 のうち循環液室 6 5 の近傍の部分を拡大した断面図である。第 1 実施形態から第 3 実施形態では、循環液室 6 5 の上面（天井面）が X - Y 平面に平行な構成（すなわち循環液室 6 5 の高さが一定である構成）を例示した。第 4 実施形態では、図 1 0 に例示される通り、循環液室 6 5 の高さ H (H1 , H2 , Hmax) が X 方向の位置に応じて相違する。循環液室 6 5 の高さ H は、第 1 流路基板 3 2 の表面 F b (またはノズルプレート 5 2 の表面) から循環液室 6 5 の上面までの距離である。循環液室 6 5 を、第 1 流路基板 3 2 の表面 F b に形成された窪みと考えた場合、表面 F b からみた循環液室 6 5 の深さを高さ H と考えることも可能である。

30

【 0 0 5 2 】

図 1 0 に例示される通り、第 1 部分 P 1 および第 2 部分 P 2 の各々について、X 方向の位置が相違する地点 x 1 (第 1 地点の例示) と地点 x 2 (第 2 地点の例示) とを想定する。地点 x 2 は、地点 x 1 からみて連通路 6 3 側（すなわち中心面 O とは反対側）に位置する。図 1 0 に例示される通り、第 4 実施形態では、循環液室 6 5 における地点 x 1 での高さ H1 が、地点 x 2 での高さ H2 よりも大きい (H1 > H2) 。具体的には、循環液室 6 5 の高さ H は、X 方向の中央部（中心面 O 上）において最大値 Hmax となり、中央部から幅方向 (X 方向) の端部にかけて単調減少する。すなわち、循環液室 6 5 の上面は、中心面 O を挟んで対称であり、Z 方向の負側に凸の曲面状である。隔壁部 6 9 の厚さが Z 方向の負側ほど大きい構成と換言することも可能である。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 0 から理解される通り、循環液室 6 5 の高さ H の最大値 Hmax は、連通路 6 3 の流路長（すなわち第 1 流路基板 3 2 の厚さ）よりも小さい。具体的には、循環液室 6 5 の高さ H の最大値 Hmax は、第 1 流路基板 3 2 の厚さの半分以下である。また、循環液室 6 5 の高さ H の最大値 Hmax は、循環液室 6 5 の幅（最大幅）よりも小さい (Hmax <) 。以上のように循環液室 6 5 の高さ H を制限した構成によれば、流路形成部 3 0 （具体的には第 1 流路基板 3 2 ）の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

【 0 0 5 4 】

また、図 1 0 から理解される通り、循環液室 6 5 の高さ H の最大値 Hmax は、供給液室 6 0 の高さと同等である。循環液室 6 5 と供給液室 6 0 とは、半導体製造技術（例えばウ

50

エットエッティング)によりシリコン(Si)の単結晶基板を加工することで形成される。第4実施形態では、循環液室65の高さHの最大値Hmaxと供給液室60の高さとが同等であるから、両者の高さが相違する構成と比較して、循環液室65と供給液室60とを形成する工程が簡素化されるという利点がある。

【0055】

<第5実施形態>

図11は、第5実施形態における液体噴射ヘッド26のうち循環液室65の近傍の部分を拡大した断面図である。図11内の右側には、X-Z平面に平行な断面が図示され、図11内の左側には、中心面Oでの断面(Y-Z平面に平行な断面)をX方向の負側からみた構成が図示されている。

10

【0056】

図11に例示される通り、第5実施形態の循環液室65は、第1空間651と複数の第2空間652とで構成される。第1空間651は、第1実施形態から第3実施形態における循環液室65と同様の形状に形成される。具体的には、第5実施形態における第1空間651の上面は、第1実施形態から第3実施形態の循環液室65と同様に、X-Y平面に平行である。第1空間651の高さH1は、例えば第1流路基板32の厚さの半分以下であり、かつ、第1空間651の幅(最大幅)よりも小さい。

【0057】

複数の第2空間652は、複数の連通路63に1対1で対応するように形成されて第1空間651に連通する。任意の1個の連通路63に対応する第2空間652は、当該連通路63に対応する循環路72に平面視で重なる。したがって、連通路63内のインクは循環路72と第2空間652とを介して第1空間651に供給され、循環機構75により液体貯留室Rに循環される。なお、図11では、中心面OからみてX方向の正側の部分のみを便宜的に図示したが、中心面OからみてX方向の負側にも、中心面Oに対して面对称に同様の構成が形成される。

20

【0058】

第2空間652の上面は、X方向の負側(第1空間651側)から正側(連通路63側)にかけて高さHが減少する傾斜面である。また、Y方向に相互に隣合う2個の第2空間652の間には流路壁692が形成される。流路壁692は、各第2空間652を仕切る壁状の部分である。各第2空間652と連通路63との間には一定の厚さの壁部(隔壁部69の一部)が形成される。

30

【0059】

図11から理解される通り、第1空間651の高さは第2空間652の高さよりも大きい。図11に例示される通り、第1空間651内の地点x1(第1地点の例示)と第2空間652内の任意の地点x2とを想定すると、循環液室65における地点x1での高さH1は、地点x2での高さH2よりも大きい(H1 > H2)。地点x2は、地点x1からみて連通路63側に位置する地点である。以上の説明から理解される通り、第5実施形態によれば、循環液室65の全体(第1空間651および第2空間652の双方)を高さH1とした構成と比較して、流路形成部30(具体的には第1流路基板32)の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。

40

【0060】

<第5実施形態の変形例>

図11では、循環液室65のうち第1空間651の上面がX-Y平面に平行である構成を例示したが、第5実施形態における第1空間651を第4実施形態(図10)の循環液室65と同様の形状とすることも可能である。例えば、図12に例示された循環液室65は、第1空間651と複数の第2空間652とで構成され、第1空間651は、X方向の位置に応じて高さHが相違する形状に形成される。例えば、第1空間651の高さHは、幅方向(X方向)の中央部から端部にかけて単調減少する。

【0061】

<第6実施形態>

50

図13は、第6実施形態における液体噴射ヘッド26のうち循環液室65の近傍に着目した平面図である。循環液室65をZ方向の正側からみた構成（すなわち循環液室65の上面）が図13には図示されている。第6実施形態の循環液室65は、第4実施形態（図10）と同様に、循環液室65の高さHがX方向の位置に応じて相違する形状に形成される。すなわち、循環液室65の高さHは、幅方向（X方向）の中央部から端部にかけて単調減少する。

【0062】

図13に例示される通り、循環液室65の上面には複数の溝部665が並列に形成される。複数の溝部665の各々は、平面視で曲線状に延在する窪みである。相互に隣合う溝部665の間は山部であるから、平面視で曲線状の複数の山部が循環液室65の上面に形成された構成とも換言され得る。図13では、循環液室65の上面に形成された溝部665の底部を表す曲線が実線で図示され、山部の頂部を表す曲線（すなわち稜線）が鎖線で図示されている。複数の溝部665は、例えばウェットエッティング等の加工技術により循環液室65と同工程で形成される。なお、複数の溝部665は、第1実施形態から第5実施形態で例示した何れの循環液室65にも形成され得る。例えば第5実施形態では、循環液室65のうち第1空間651の上面に複数の溝部665が形成される。

【0063】

図13に例示される通り、第6実施形態では、循環液室65の上面のうち中心面OからみてX方向の正側の領域G1とX方向の負側の領域G2との各々に、Y方向に配列する複数の溝部665が形成される。領域G1は、第1列L1のノズルN（第1ノズルの例示）側の領域であり、領域G2は、第2列L2のノズルN（第2ノズルの例示）側の領域である。

【0064】

領域G1内の複数の溝部665の各々は、平面視でY方向の正側（第1方向の第1側の例示）に凸の曲線状に形成される。例えば、領域G1内には、Y方向の正側に凸である円弧状の複数の溝部665が形成される。他方、領域G2内の複数の溝部665の各々は、平面視でY方向の負側（第1方向の第2側の例示）に凸の曲線状に形成される。例えば、領域G2内には、Y方向の負側に凸である円弧状の複数の溝部665が形成される。

【0065】

循環液室65内に流入して当該循環液室65の上面の近傍に到達したインクは各溝部665に沿って移動し易い。すなわち、第6実施形態によれば、循環液室65内でインクが流動する範囲を調整することが可能である。

【0066】

例えば、領域G1内の各溝部665はY方向の正側に凸である。したがって、第1部分P1内の連通路63（すなわちX方向の正側）から循環液室65に流入したインクは、図13に矢印a1で図示される通り、領域G1内の各溝部665に沿ってY方向の負側（循環口65b側）に移動し易い。他方、領域G2内の各溝部665はY方向の負側に凸である。したがって、第2部分P2内の連通路63（すなわちX方向の負側）から循環液室65に流入したインクは、図13に矢印a2で図示される通り、領域G2内の各溝部665に沿ってY方向の正側（循環口65a側）に移動し易い。以上の説明から理解される通り、第6実施形態によれば、循環液室65の両端側にインクを流動させ易いという利点がある。

【0067】

<第6実施形態の変形例>

図14に例示される通り、領域G1内の溝部665と領域G2内の溝部665との双方を、Y方向の正側（第1方向の第1側の例示）に凸の曲線状に形成することも可能である。図14の構成によれば、図14に矢印a1および矢印a2で図示される通り、第1部分P1の連通路63から循環液室65に流入したインクと第2部分P2の連通路63から循環液室65に流入したインクとの双方を、Y方向の負側に流動させ易いという利点がある。なお、以上の構成では、循環液室65の循環口65aを省略することも可能である。

【0068】

また、図15に例示される通り、Y方向の正側に位置する溝部665と負側に位置する

10

20

30

40

50

溝部 665 とが逆方向に凸である構成も採用され得る。具体的には、循環液室 65 のうち Y 方向の正側の領域（例えば Y 方向の正側に位置する半分の領域）内の各溝部 665 は、平面視で Y 方向の負側に凸である。他方、循環液室 65 のうち Y 方向の負側の領域（例えば Y 方向の負側に位置する半分の領域）内の各溝部 665 は、平面視で Y 方向の正側に凸である。以上の構成によれば、循環液室 65 のうち Y 方向の正側の部分に流入したインクを Y 方向の正側（ひいては循環口 65a）に流動させ易く、循環液室 65 のうち Y 方向の負側の部分に流入したインクを Y 方向の負側（ひいては循環口 65b）に流動させ易いという利点がある。

【0069】

<第7実施形態>

10

図 16 は、第 7 実施形態における液体噴射ヘッド 26 の断面図である。図 16 に例示される通り、第 7 実施形態の液体噴射ヘッド 26 における第 1 流路基板 32 には、第 3 実施形態（図 9）と同様に、循環液室 65（第 1 循環液室の例示）のほか、第 1 部分 P1 および第 2 部分 P2 の各々に対応する循環液室 67（第 2 循環液室の例示）が形成される。循環液室 67 は、連通路 63 およびノズル N を挟んで循環液室 65 とは反対側に形成されて Y 方向に延在する長尺状の空間である。以上の構成によれば、第 3 実施形態について前述した通り、循環液室 65 のみを形成した構成と比較してインクの循環量を多くすることが可能である。

【0070】

図 16 から理解される通り、循環液室 65 は圧力室 C に平面視で重ならず、各循環液室 67 は圧力室 C に平面視で重なる。以上の構成によれば、循環液室 65 および循環液室 67 の双方が圧力室 C に重なる構成と比較して、圧力室 C の機械的な強度を維持し易いという利点がある。図 16 に例示される通り、循環液室 65 の幅（X 方向の寸法）a は、各循環液室 67 の幅 b よりも大きい（ $a > b$ ）。

20

【0071】

図 16 に例示される通り、第 7 実施形態では、第 4 実施形態の循環液室 65 と同様に、循環液室 65 および循環液室 67 の双方における高さが X 方向の位置に応じて相違する。例えば、循環液室 65 および循環液室 67 の各々の高さは、幅方向の中央部から端部にかけて単調減少する。また、図 16 に例示される通り、循環液室 65 の高さの最大値 Ha と循環液室 67 の高さの最大値 Hb とは同等である。したがって、循環液室 65 と循環液室 67 とで高さを相違させた構成と比較して、循環液室 65 および循環液室 67 を形成する工程が簡素化されるという利点がある。なお、第 1 空間 651 と第 2 空間 652 とで構成された第 5 実施形態の循環液室 65 の形状を、第 7 実施形態の各循環液室 67 に同様に適用することも可能である。

30

【0072】

<第7実施形態の変形例>

図 17 に例示される通り、循環液室 65 の高さの最大値 Ha を、各循環液室 67 の高さの最大値 Hb よりも大きくする（ $Ha > Hb$ ）ことも可能である。図 17 の構成によれば、最大値 Ha と最大値 Hb とが同等である構成（図 16）と比較して圧力室 C と循環液室 67 とが離間するから、圧力室 C の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

40

【0073】

図 18 に例示される通り、循環液室 65 の高さの最大値 Ha を、各循環液室 67 の高さの最大値 Hb よりも小さくする（ $Ha < Hb$ ）ことも可能である。図 18 の構成によれば、最大値 Ha と最大値 Hb とが同等である構成（図 16）と比較して、例えば配線基板 28 の実装時に第 1 流路基板 32 を Z 方向に押圧する外力に対して流路形成部 30 の機械的な強度を維持し易いという利点がある。

【0074】

図 19 に例示される通り、循環液室 65 の幅（X 方向の寸法）a を、各循環液室 67 の幅 b よりも小さくする（ $a < b$ ）ことも可能である。なお、循環液室 65 の幅 a を循環液室 67 の幅 b よりも大きくした構成（図 16）、および循環液室 65 の幅 a を循

50

環液室 6 7 の幅 b よりも小さくした構成（図 19）は、循環液室 6 5 および循環液室 6 7 の形状の如何に関わらず採用され得る。

【 0 0 7 5 】

< 第 4 実施形態から第 7 実施形態について >

第 4 実施形態から第 7 実施形態について前述の説明で特に言及していない構成は、第 1 実施形態から第 3 実施形態の何れかの構成が任意に採用され得る。例えば、循環路 7 2 またはノズル N に関する第 1 実施形態から第 3 実施形態の構成は、第 4 実施形態から第 7 実施形態から選択された任意の形態に適用され得る。なお、第 1 実施形態から第 3 実施形態では、循環路 7 2 をノズルプレート 5 2 に形成したが、第 4 実施形態から第 7 実施形態においては、連通路 6 3 と循環液室 6 5 とを相互に連通させる循環路を第 1 流路基板 3 2 (10 例えれば表面 Fb) に形成することも可能である。

【 0 0 7 6 】

第 4 実施形態から第 7 実施形態では、循環液室 6 5 の高さを X 方向の位置に応じて相違させた。以上の構成によれば、循環液室 6 5 の上面が X - Y 平面に平行である第 1 実施形態から第 3 実施形態の構成と比較して、流路形成部 3 0 の機械的な強度の低下を抑制することが可能である。なお、第 4 実施形態から第 7 実施形態では、循環液室 6 5 が配線基板 2 8 の端部に平面視で重なる。以上の構成では、配線基板 2 8 の実装時に、第 1 流路基板 3 2 が Z 方向に押圧される。流路形成部 3 0 の機械的な強度を確保できる第 4 実施形態から第 7 実施形態の構成は、配線基板 2 8 の実装時の押圧に起因した第 1 流路基板 3 2 の破損等を防止する観点からも特に有効である。なお、循環液室 6 5 が角部を有する構成では 20 、インクに混入した気泡が当該角部に停留し易い。第 4 実施形態のように循環液室 6 5 の上面が曲面状である構成によれば、気泡の停留が抑制されるから、インクに混入した気泡を効果的に排出することが可能である。

【 0 0 7 7 】

< 変形例 >

以上に例示した各形態は多様に変形され得る。前述の各形態に適用され得る具体的な変形の態様を以下に例示する。以下の例示から任意に選択された 2 以上の態様は、相互に矛盾しない範囲で適宜に併合され得る。

【 0 0 7 8 】

(1) 前述の各形態では、循環路 7 2 とノズル N の第 2 区間 n 2 とで深さが同等である構成を例示したが、循環路 7 2 の深さと第 2 区間 n 2 の深さとの関係は以上の例示に限定されない。例えば、図 2 0 の例示の通り第 2 区間 n 2 よりも深い循環路 7 2 を形成した構成や、図 2 1 の例示の通り第 2 区間 n 2 よりも浅い循環路 7 2 を形成した構成も採用され得る。図 2 0 の構成によれば、図 2 1 の構成と比較して循環路 7 2 の流路抵抗が小さいから 30 、図 2 1 の構成と比較して循環量を多くすることが可能である。他方、図 2 1 の構成によれば、図 2 0 の構成と比較して循環路 7 2 の流路抵抗が大きいから、図 2 0 の構成と比較して噴射量を多くすることが可能である。

【 0 0 7 9 】

(2) 前述の各形態では、循環路 7 2 の深さ Da が一定である構成を例示したが、循環路 7 2 の深さを X 方向の位置に応じて変化させることも可能である。例えば、図 2 2 に例示される通り、循環路 7 2 のうちの中間部分（例えれば平面視で隔壁部 6 9 に重なる部分）が、当該中間部分からみて循環液室 6 5 側の部分およびノズル N 側の部分よりも深い構成が想定される。図 2 2 の構成によれば、循環路 7 2 の深さ Da が全長にわたり一定である構成と比較して循環路 7 2 の流路抵抗が小さい。したがって、循環量の確保が容易であるという利点がある。 40

【 0 0 8 0 】

(3) 前述の各形態では、循環路 7 2 の流路幅 Wa がノズル N の最大径（第 2 区間 n 2 の内径 d 2 ）と同等である構成を例示したが、流路幅 Wa は以上の例示に限定されない。例えば、循環路 7 2 の流路幅 Wa がノズル N の最大径（例えれば第 2 区間 n 2 の内径 d 2 ）よりも小さい構成も採用され得る。以上の構成によれば、循環路 7 2 がノズル N の最大径よりも大 50

きい構成と比較して循環路72の流路抵抗が大きい。したがって、噴射量を多くすることが可能である。また、循環路72の流路幅Waが第1区間n1の内径d1よりも大きい構成も採用され得る。以上の構成によれば、循環量の確保と噴射量の確保との両立が可能である。

【0081】

(4) 前述の各形態では、循環路72の流路幅Waが一定である構成を形成したが、循環路72の流路幅をX方向の位置に応じて変化させることも可能である。例えば、図23に例示される通り、循環路72のうち循環液室65側の部分の流路幅がノズルN側の流路幅よりも広い構成が採用され得る。具体的には、循環路72の流路幅が、ノズル側の端部から循環液室65側の端部にかけて単調に増加する平面形状となるように循環路72が形成される。図23の構成によれば、連通路63から循環液室65に向けてインクが循環路72を流れ易い。したがって、循環量の確保が容易であるという利点がある。10

【0082】

また、図24に例示される通り、循環路72のうち中間部分（例えば平面視で隔壁部69に重なる部分）の流路幅が、中間部分からみて循環液室65側の部分の流路幅およびノズルN側の部分の流路幅よりも狭い構成も採用され得る。すなわち、循環路72の途中の部分（例えば平面視で隔壁部69に重なる部分）において流路幅が最小となるように、循環路72の両端部から中間部分にかけて流路幅が単調に減少する。図24の構成によれば、循環路72の流路幅が一定である構成と比較して循環路72の流路抵抗が大きい。したがって、噴射量を多くすることが可能である。20

【0083】

図25に例示される通り、循環路72のうち中間部分（例えば平面視で隔壁部69に重なる部分）の流路幅が、中間部分からみて循環液室65側の部分の流路幅およびノズルN側の部分の流路幅よりも広い構成も採用され得る。すなわち、循環路72の途中の部分（例えば平面視で隔壁部69に重なる部分）において流路幅が最大となるように、循環路72の両端部から中間部分にかけて流路幅が単調に増加する。図25の構成によれば、循環路72の流路幅が一定である構成と比較して循環路72の流路抵抗が小さい。したがって、循環量を多くすることが可能である。

【0084】

なお、第1流路基板32の隔壁部69の機械的な強度を確保するためには隔壁部69を厚く形成する必要がある。しかし、隔壁部69が厚い（流路長Lcが大きい）ほど循環路72の流路抵抗が増大する。図25の構成によれば、充分な強度が実現される程度に隔壁部69の厚さを確保した場合でも、循環路72の中間部分を広くすることで循環路72の流路抵抗を低減できるという利点がある。すなわち、隔壁部69の強度の確保と循環路72の流路抵抗の低減とを両立することが可能である。30

【0085】

(5) 前述の各形態では、ノズルNの中心軸Qaが連通路63の中心軸Qbからみて循環液室65とは反対側に位置する構成を例示したが、ノズルNの中心軸Qaと連通路63の中心軸Qbとの関係は以上の例示に限定されない。例えば、図26に例示される通り、ノズルNの中心軸Qaと連通路63の中心軸Qbとを同じ位置とすることも可能である。図26の構成によれば、中心軸Qaと中心軸Qbとが相異なる位置にある構成と比較して、噴射量の確保と循環量の確保とを両立しやすいという利点がある。40

【0086】

また、図27に例示される通り、ノズルNの中心軸Qaが連通路63の中心軸Qbからみて循環液室65側（中心面O側）に位置する構成も採用され得る。図27の構成によれば、ノズルNの中心軸Qaが連通路63の中心軸Qbからみて循環液室65とは反対側に位置する構成（例えば第1実施形態）と比較して、循環量を増加させるとともに噴射量を低減することが可能である。他方、前述の各形態のようにノズルNの中心軸Qaが連通路63の中心軸Qbからみて循環液室65とは反対側に位置する構成によれば、図27の構成と比較して、循環量を低減するとともに噴射量を増加させることが可能である。50

【0087】

(6) 第4実施形態から第7実施形態では、循環液室65または循環液室67の上面が曲面である構成を例示したが、循環液室65または循環液室67の高さを位置に応じて相違させるための形状は以上の例示に限定されない。例えば、例えば、図28に例示される通り、循環液室65の上面を、X-Y平面に平行な表面とX-Y平面に対して傾斜した形状の表面とを組合せた形状に形成することも可能である。具体的には、循環液室65の上面を構成する傾斜面は、循環液室65の流路幅(X方向の寸法)がZ方向の正側の位置ほど増加するように、X-Y平面に対して傾斜する。なお、以上の説明では循環液室65に着目したが、循環液室67についても同様の形状が採用され得る。

【0088】

(7) 図29に例示される通り、圧力室Cのうち連通路63側(中心面O側)の端面を、圧力室Cの上面(振動部42の下面)に対して傾斜した傾斜面342とした構成も好適である。図29から理解される通り、振動部42のうち第2流路基板34から露出した領域(傾斜面342で覆われていない領域)344は、平面視で循環路72と重ならない。図29の領域344は、圧力室Cの上面(天井面)を構成する。

【0089】

(8) 前述の各形態では、第1列L1に関連する要素と第2列L2に関連する要素とが中心面Oを挟んで対称に配置された構成を例示したが、対称の構成は必須ではない。例えば、第1列L1のみに対応する要素を前述の各形態と同様に配置した構成も採用され得る。また、前述の各形態では循環路72をノズルプレート52に形成した構成を例示したが、各連通路63を循環液室65に連通させる流路を流路形成部30(例えば第1流路基板32の表面Fb)に形成することも可能である。

【0090】

(9) 圧力室Cの内部に圧力を付与する要素(圧力発生部)は、前述の各形態で例示した圧電素子44に限定されない。例えば、加熱により圧力室Cの内部に気泡を発生させて圧力を変動させる発熱素子を圧力発生部として利用することも可能である。発熱素子は、駆動信号の供給により発熱体が発熱する部分(具体的には圧力室C内に気泡を発生させる領域)である。以上の例示から理解される通り、圧力発生部は、圧力室C内の液体をノズルNから噴射させる要素(典型的には圧力室Cの内部に圧力を付与する要素)として包括的に表現され、動作方式(圧電方式/熱方式)や具体的な構成の如何は不問である。

【0091】

(10) 前述の各形態では、液体噴射ヘッド26を搭載した搬送体242を往復させるシリアル方式の液体噴射装置100を例示したが、複数のノズルNが媒体12の全幅にわたり分布するライン方式の液体噴射装置にも本発明を適用することが可能である。

【0092】

(11) 前述の各形態で例示した液体噴射装置100は、印刷に専用される機器のほか、ファクシミリ装置やコピー機等の各種の機器に採用され得る。もっとも、本発明の液体噴射装置の用途は印刷に限定されない。例えば、色材の溶液を噴射する液体噴射装置は、液晶表示装置のカラーフィルターを形成する製造装置として利用される。また、導電材料の溶液を噴射する液体噴射装置は、配線基板の配線や電極を形成する製造装置として利用される。

【符号の説明】**【0093】**

100...液体噴射装置、12...媒体、14...液体容器、20...制御ユニット、22...搬送機構、24...移動機構、242...搬送体、244...搬送ベルト、26...液体噴射ヘッド、28...配線基板、30...流路形成部、32...第1流路基板、34...第2流路基板、42...振動部、44...圧電素子、46...保護部材、48...筐体部、482...導入口、52...ノズルプレート、54...吸振体、61...供給路、63...連通路、65...循環液室、65a, 65b...循環口、651...第1空間、652...第2空間、665...溝部、67...循環液室、69...隔壁部、692...流路壁、n1...第1区間、n2...第2区間、72...循環路、75...

10

20

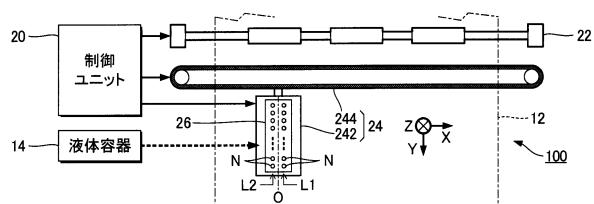
30

40

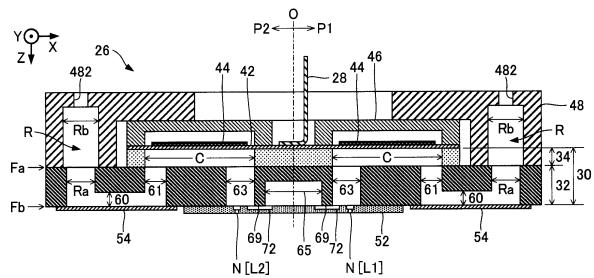
50

循環機構。

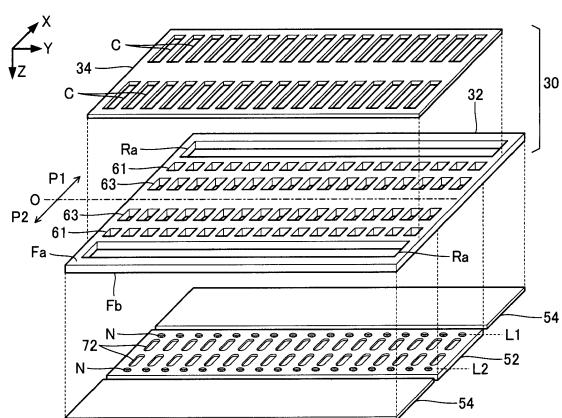
【図1】



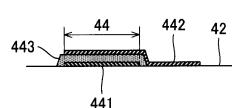
【図2】



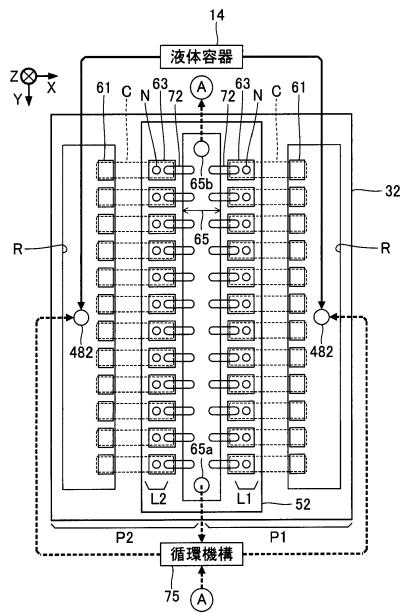
【図3】



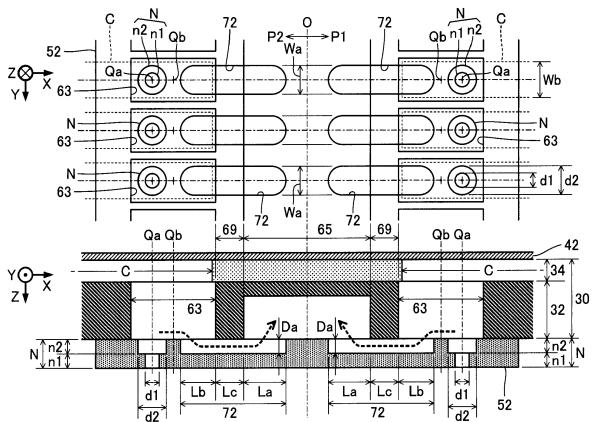
【図4】



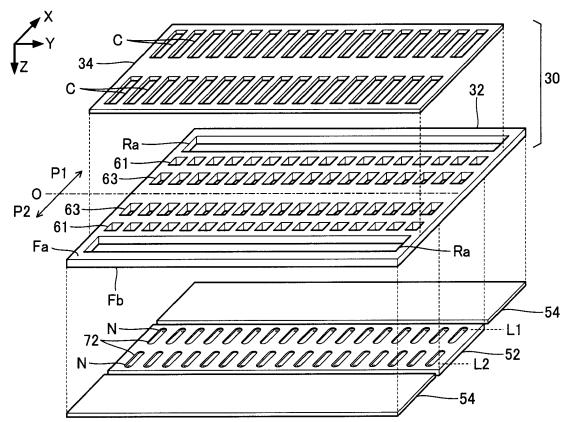
【図5】



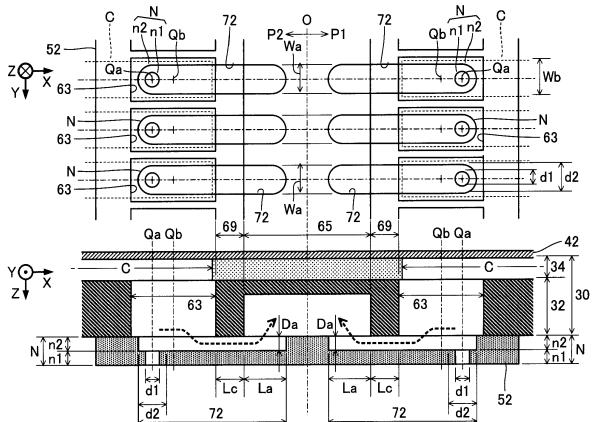
【図6】



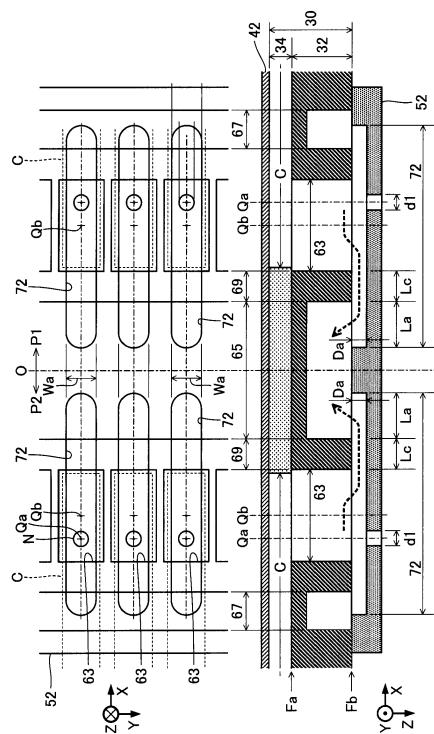
【図7】



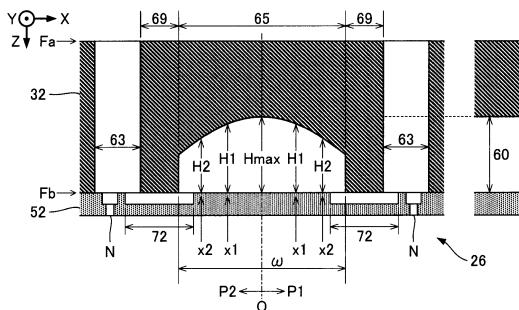
【図8】



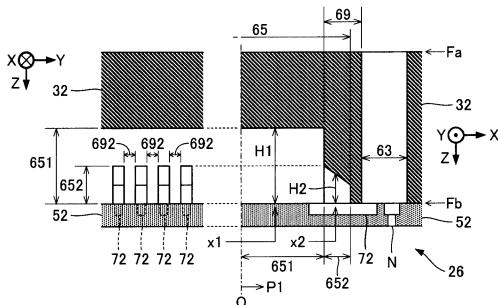
【 四 9 】



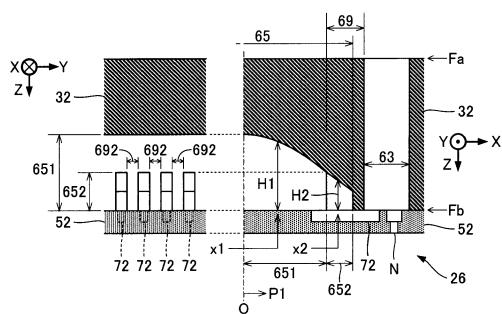
【 図 1 0 】



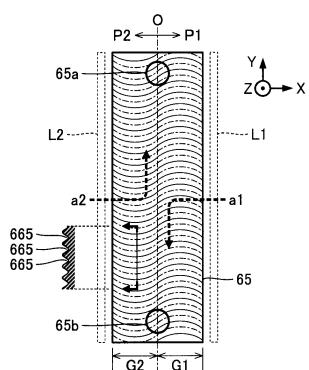
【図11】



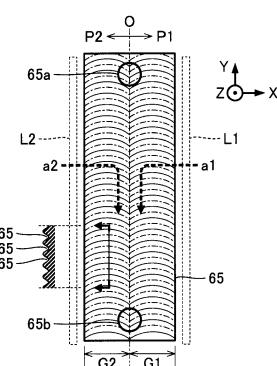
【図12】



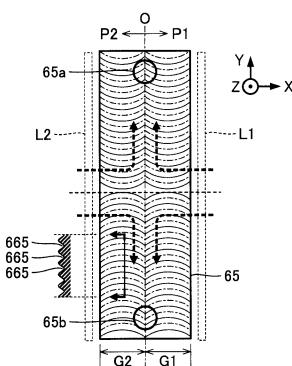
【図13】



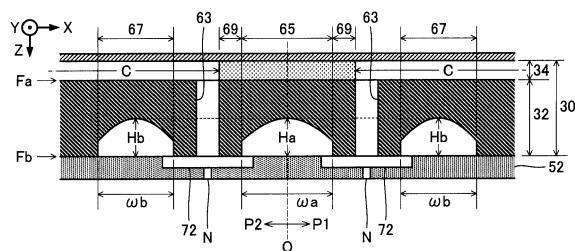
【図14】



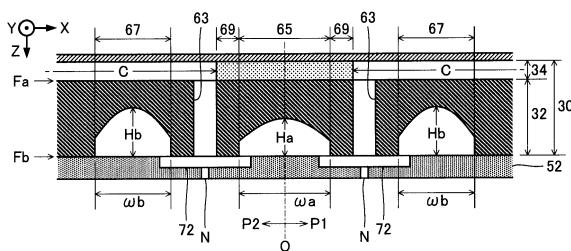
【図15】



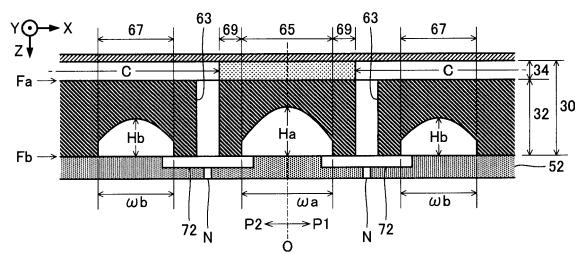
【図16】



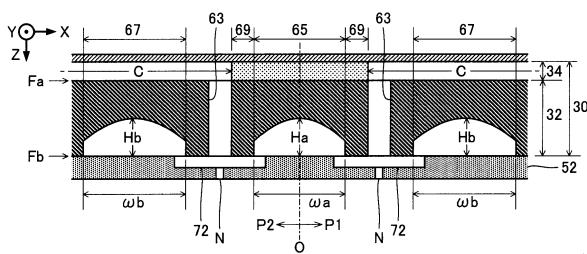
【図18】



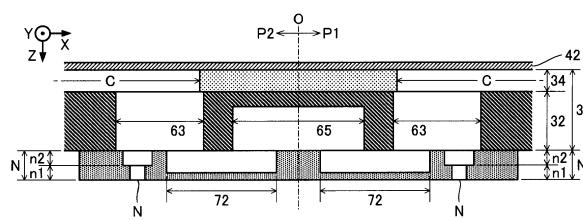
【図17】



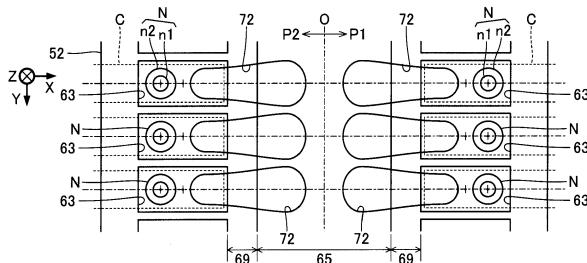
【図19】



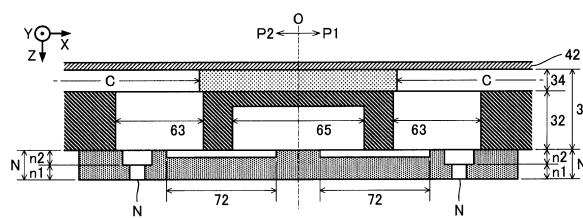
【図20】



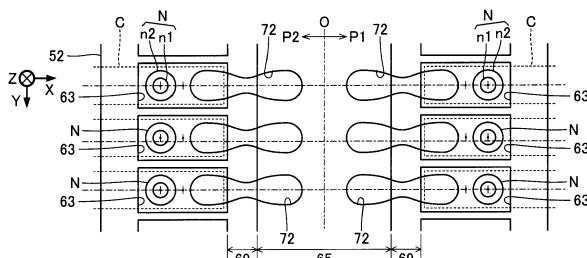
【図23】



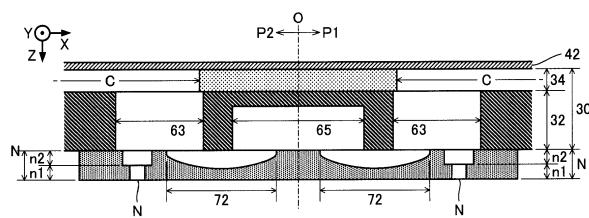
【図21】



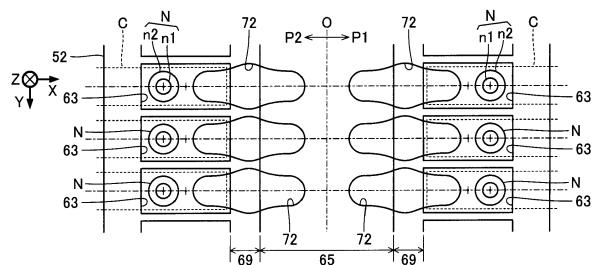
【図24】



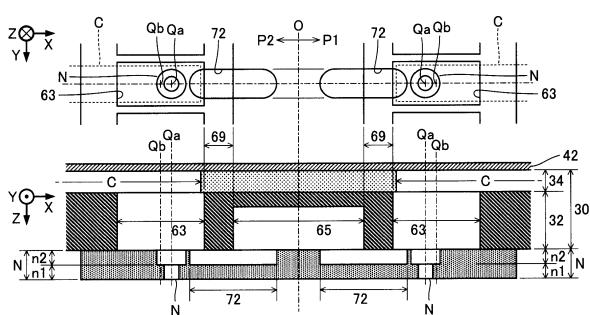
【図22】



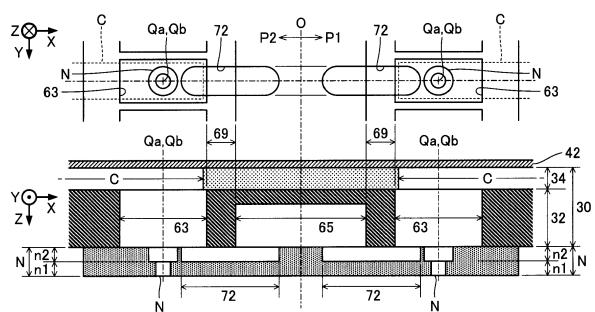
【図25】



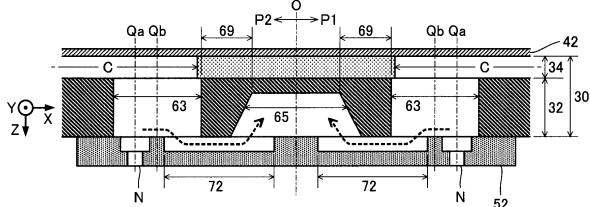
【図27】



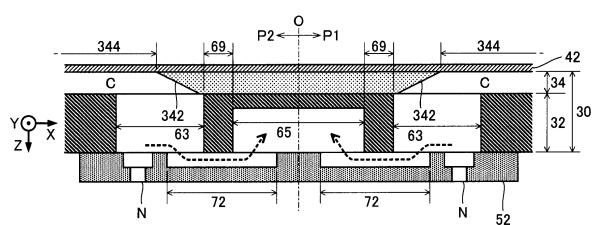
【図26】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

審査官 加藤 昌伸

(56)参考文献 特開2012-143948(JP,A)

特開2016-124146(JP,A)

特表2011-520671(JP,A)

特開2011-218784(JP,A)

特開2008-200902(JP,A)

特開2012-056286(JP,A)

特開2003-011357(JP,A)

特開2015-042472(JP,A)

米国特許出願公開第2008/0204533(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B41J 2/01 - 2/215